



DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CUBIERTA AUTOMÁTICA PARA EL CONTROL DE LA INCIDENCIA DEL SOL Y DEL AGUA EN CULTIVOS

Santiago Bohórquez Londoño

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA, DEPARTAMENTO DE MECÁNICA
MEDELLÍN - COLOMBIA**

2022

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CUBIERTA AUTOMÁTICA PARA EL CONTROL DE LA INCIDENCIA DEL SOL Y DEL AGUA EN CULTIVOS

Santiago Bohórquez Londoño

trabajo de grado en modalidad investigación, presentado como requisito parcial para
optar al título de:

Tecnólogo en Mecánica Industrial

Director (a):

Anderson Gallego Montoya

Línea de Investigación:

S-GIEN

Grupo de Investigación:

Grupo de investigación e innovación en energía (GIEN)

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA, DEPARTAMENTO DE MECÁNICA
MEDELLÍN - COLOMBIA**

2022

Contenido

	Pág.
Resumen	4
1 Objetivos	2
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos	2
2 Marco teórico.....	3
2.1 Techo.....	3
2.2 Funciones del techo para el control y la propagación de las plagas	3
3 Metodología	6
3.1 Experimentación:	6
3.2.1 Estructura:.....	8
3.2.2 Mecanismos para hacer corredizo el techo.....	13
3.2.3 Sistema de control electrónico.....	14
3.2.4 Estética	16
4. Resultados	18
5 conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro.....	27
Recomendaciones y trabajo a futuro.....	27
6. Bibliografía	28

Resumen

Este trabajo se realizó con la siguiente estructura, donde el producto final era crear un techo corredizo el cual iba a impedir el ingreso del sol, vientos y agua a la huerta casera ubicada en el municipio de Copacabana.

Para poder llevar a cabo este proyecto se pensó en unos objetivos, los cuales tenían como fin hacer una cubierta con material pesado para mayor durabilidad, además en realizar un sistema de automatización que hiciera el movimiento del techo a través de algunos elementos que hicieran el trabajo por las personas que lo utilizarían.

Luego de plantear objetivos, se realizó una búsqueda de información sobre las cubiertas corredizas, el control de la humedad y el sol en cultivos y cómo se puede manipular un sistema de automatización para este tipo de estructuras.

Así mismo, se hizo una metodología desde lo experimental, donde pudimos evidenciar como se puede mejorar las condiciones de desarrollo de las plantas, además de evidenciar las facilidades que generan este tipo de tecnologías a los productores de cultivos.

Finalmente, se sacaron unos resultados y unas conclusiones que iban a demostrar los beneficios que trae la cubierta corrediza para este tipo de sembrados sea a gran escala o pequeña escala, donde las fotos demuestran un crecimiento y un cuidado más pertinente para las plantas, y así ver que el techo es una forma resistente al calor y al agua.

Abstract

This work demonstrates the efficiency of a sliding roof in an urban garden located in the city of Copacabana, created to improve the growth and establishment of plants by avoiding the excess sun, wind, and rain.

The objective is to evaluate the efficiency of a cover with heavy material with resistance to environmental conditions. Likewise, an electronic control system was made that allows movement on the roof to improve ventilation and the sun to enter the plants.

We searched for information on sliding covers, humidity control, the sun on crops and how we can manipulate an electronic control system. We verified that this system can improve the development conditions of the plants, protecting them from high intensity events that can affect their structure and production. We demonstrate the facilities that this type of technology generates in the growth and production of plants in an urban garden.

2 Desarrollo e implementación de una cubierta automática para el control de la
incidencia del sol y del agua en cultivos

Our results demonstrate the benefits that the sliding cover brings to this type of crops at different scales, ensuring durability and resistance over time

Introducción

En Colombia los cultivos y la agricultura son de las principales actividades económicas donde aproximadamente 4 millones de personas se dedican. Sin embargo, esta actividad se ha visto afectada por el crecimiento de la globalización y las nuevas tecnologías, provocando problemas para los pequeños productores desde diferentes perspectivas.

Debido a esta información existe una preocupación por el cuidado de los cultivos donde en este trabajo se buscará suplir las necesidades para los grandes y pequeños productores que hay en este país. A partir de esto se pensaba en el cuidado y la protección de los cultivos teniendo en cuenta algunos factores determinantes como el exceso del sol, los fuertes vientos y las abundantes lluvias que se dan en el trópico y otras zonas del mundo, afectando los sembrados de los individuos.

A partir de lo anterior, se pensó en generar una cubierta corrediza, donde varios patrones teóricos facilitan empezar información, para pensar en cómo puede funcionar un techo corredizo, que se necesita para poder hacerlo y algunos ejemplos de qué materiales son los más adecuados para que resista y ayude al control de los ya mencionados factores que afectan los cultivos.

Por otro lado, en este trabajo se utilizó una metodología donde la experimentación tanto con las plantas como con la construcción de la estructura nos brindaron una variedad de resultados donde el ensamble de unas barras de hierro, una lámina de polietileno, iban a servir como un techo, pero en este trabajo no solo se pensó en la particularidad de un techo, sino que también tener en cuenta la evolución tecnológica y pasar de un techo ordinario a un corredizo, donde se van aprovechar la reutilización de recursos naturales y finalmente hacer una estructura que sea movida por un sistema de control eléctrico, que hace más cómoda el movimiento para las personas.

Finalmente, en este trabajo se hacen varias recomendaciones, donde es importante darle continuidad a este tipo de proyectos, que van a permitir mejorar y facilitar las condiciones a los cultivos de los distintos productores, además de comprender que los techos corredizos están teniendo un desarrollo muy alto en distintas partes del mundo, no solo para plantas y jardines sino también para espacios públicos y/o privados.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Desarrollar una cubierta corrediza automática para el control de la incidencia del sol y del agua en cultivos agrícolas

1.2 Objetivos específicos

- Diseñar una cubierta para el control de la incidencia del sol y del agua en cultivos.
- Implementar un sistema electrónico automático para el control de la cubierta corrediza.

2 Marco teórico

2.1 Techo

El techo corredizo, techo móvil, cubierta corrediza o pérgola es un sistema mecánico que se utiliza en diferentes espacios, donde su principal función es evitar que el agua entre a determinados lugares y que el sol sea excesivo para diferentes elementos, como por ejemplo las plantas y así evitar que estén expuestas a organismos que no son beneficiosos para su crecimiento y producción como son los hongos y otras plagas u organismos. Es así como Huertas (2018) en su texto "*Sistema de Cuidado Agrícola con Raspberry*" dice al respecto que: "el sistema de techo corredizo controlará la cantidad y el tiempo al cual el cultivo está expuesto a la luz solar. Estos actuadores brindan las condiciones propicias para el cultivo." (p.10)

A partir de lo anterior, se debe tener en cuenta el origen del techo corredizo que es algo que llegó a nuestro país hace muy poco tiempo y que se enfoca directamente a su desarrollo en España donde las diferentes condiciones climáticas y como en esa zona del mundo hay estaciones, han generado la construcción de dichos elementos y así lo indica Edgar Jaya y Carolina Ríos (2016):

España ha desarrollado la tecnología con relación a techos corredizos y es difícil de igualar, ya que los diseños, material, mano de obra e instalación de este, es bajo su autoría, haciendo de este trabajo un lujo, donde el alcance y costo resulta exagerado para implementar en la industria. Llevan 5 años en el mercado internacional donde no tienen competencia externa. (p.6)

2.2 Funciones del techo para el control y la propagación de las plagas

Los techos corredizos tienen unas funciones específicas como para la mejora de espacios del común, donde hay plantas que necesitan una cantidad determinada de sol y agua, además de ser utilizado en patios y salones para compartir.

Ahora, no solo es determinante pensar en el techo como la solución a los problemas que traen el exceso de luz y de agua, sino cuales son las principales problemáticas que traen para las plantas los excesos de estos dos componentes naturales.

La incidencia de enfermedades y plagas en cultivos agrícolas por el cambio climático ha aumentado en las últimas décadas por lo que es necesario la implementación de nuevas alternativas que nos permitan detectar a los organismos que afectan a los cultivos, además de adoptar estrategias amigables con el medio ambiente para el control de enfermedades

y plagas con la finalidad de tener cultivos sustentables y reintegrar el equilibrio biológico. (Jiménez, et al. 2010. p.1)

Algunos de los principales patógenos que afectan las plantas y cultivos son hongos, bacterias, virus, nematodos y fitoplasmas.¹ Los cuales no permiten un crecimiento y desarrollo óptimo de estas. Sin embargo, en este punto es importante señalar que hay diversos estilos de invernaderos y techos con distintos materiales para su construcción, teniendo en cuenta que estos son diseñados para distintas problemáticas que albergan los cultivos y de esta forma poder protegerlos es así como lo señala: Santos, B. M., Obregón-Olivas, H. A., & Salamé-Donoso, T. P. (2010).

El objetivo del invernadero es proporcionar y mantener un ambiente de crecimiento que produzca los máximos rendimientos y calidad del cultivo. El diseño de la estructura debe proporcionar protección contra el viento, lluvia, calor, frío, insectos plagas y enfermedades. Los elementos estructurales y de cubierta deben permitir la máxima transmisión luminosa al cultivo. La mayoría de los invernaderos permiten incorporar ventiladores y otros sistemas para el control climático según las necesidades de las plantas. Son los sistemas más costosos, especialmente si el ambiente es controlado por sistemas de ventiladores, pared húmeda y control computarizado. (p.7)

Otro de los conceptos claves dentro de este trabajo es el sistema automatizado el cual va a permitir darle el movimiento particular que va a tener la cubierta, donde este se genera por medio de un sistema electrónico que permite el ingreso de la luz y el agua como los principales factores que van a producir una irregularidad en los cultivos, es así como el sistema automatizado brinda a las personas la posibilidad de no hacer un trabajo manual, sino que este mismo sistema va a controlarse y así lo señala: El Departamento de ingeniería eléctrica, electrónica y de control de la UNED.

La automatización de un proceso consiste en la sustitución de aquellas tareas tradicionalmente manuales por las mismas realizadas de manera automática por máquinas, robots o cualquier otro tipo de automatismo. De este modo, gracias al uso adicional de sensores, controladores y actuadores, así como de métodos y algoritmos de conmutación, se consigue liberar al ser humano de ciertas tareas. (p.3)

Según lo anterior este sistema se va a controlar por sensores, controladores y actuadores, esto hace que los individuos no tengan que estar observando sus cultivos, sino que esto

¹ Los fitoplasmas, como parásitos estrictos, sólo viven en las plantas y en sus insectos vectores. Los fitoplasmas se transmiten a través de insectos vectores pertenecientes al orden Homoptera, Familias Cicadellidae, Cixidae, Cercopidae, Psyllidae y Fulgoridae, se multiplican en el interior del insecto y persisten en él hasta su muerte. Aunque normalmente no se transmiten a la descendencia, se ha podido demostrar la transmisión vertical de los fitoplasmas FD y SWLP en los vectores *Scaphoideus titanus* Ball (Alma et al., 1997) y *Matsumuratettix hiroglyphicus* Matsumura. (Camarena Gutiérrez, G., & Torre Almaraz, R. De La. 2008.p.82)

le va a facilitar realizar otras tareas mientras el sistema se mantiene ocupando las necesidades de los cultivos.

Otro de los conceptos a tener en cuenta es el control de la humedad en cultivos donde este es uno de los factores fundamentales de la creación del techo o cubierta que utilizamos, ya que este fenómeno trae grandes problemáticas para los cultivos, puesto que no hay un control sobre este y según López, A. et al. (2017) dicen al respecto que:

El no contar con un procedimiento de control estricto de la cantidad de agua suministrada al cultivo, se podrían generar problemas de deshidratación de la planta por falta de líquido o de asfixia radicular por exceso del mismo. Se hace necesaria la automatización de los invernaderos, ya que de esta forma se reducirían los costos y se aumentaría la producción de los diferentes cultivos; además se reducirían los efectos ambientales derivados de la actividad agrícola. La mayoría de los invernaderos actualmente usados carecen de control de los aspectos ambientales que afectan el cultivo (humedad relativa, luminosidad, temperatura, etc.), situación que puede ocasionar problemas como la deshidratación, la ralentización de la formación de clorofila y el crecimiento de las plantas. (p.53)

Es así como pensar en el control de la humedad implica hacer un acercamiento a la observación de las temperaturas en los cultivos, la luminosidad y la vigilancia de plagas, por lo que estos sistemas van a permitir mantener una inspección sobre los distintos sembrados y cultivos.

3 Metodología

3.1 Experimentación:

La idea parte del mejoramiento de una huerta casera, la cual está ubicada en el municipio de Copacabana, Antioquia (figura 1). Esto debido a que en el tiempo se observaron múltiples fenómenos que afectan el crecimiento y madurez de las plantas dados por la incidencia directa que tiene el sol, el agua, los vientos y, en algunos casos, plagas como insectos. Esos fenómenos se evidenciaron particularmente en los tomates y el cilantro, ya que, padecían de crecimientos irregulares, lentos y con afectaciones.



Figura 1. Huerta casera

A partir de esto surge la idea de disminuir el impacto de estos elementos y así pensar en unas alternativas para la huerta y para los macro sembrados (figura 2), donde no solamente tuviera un beneficio propio sino a nivel colectivo, además de pensar en los contextos en los que se pueden utilizar dicho elemento. Es desde esta perspectiva que Daniel Behar Rivero (2008) dice que:

El método experimental ha sido uno de los que más resultados ha dado. Aplica la observación de fenómenos, que en un primer momento es sensorial. Con el pensamiento abstracto se elaboran las hipótesis y se diseña el experimento, con el fin de reproducir el objeto de estudio, controlando el fenómeno para probar la validez de las hipótesis. La esencia de la concepción de experimento es que éste involucra la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles efectos. Se refiere a la manipulación deliberada de una o más variables independientes para analizar las consecuencias de esa manipulación sobre una o más variables dependientes, dentro de una situación de control para el investigador (p.47)



Figura 2. Cilantro y tomates afectado por el exceso de lluvia

3.2.1 Estructura:

Al principio, la idea tuvo como eje central crear una estructura metálica cuya base tiene unas que se puede ver en (figura 3). Las columnas que van a sostener el techo son 10 varillas de hierro, las cuales tienen un diámetro de $\frac{5}{8}$ " y su largo se puede ver en (figura 4), estas van unidas a la base de la estructura metálica. También, 5 vigas que forman la estructura que cargará el techo corredizo y que tienen las mismas dimensiones de las columnas y se pueden ver en (figura 5). Además, esta estructura en su parte superior tendrá dos rieles que van a lo largo de este sistema (ver figura 6), donde estos tienen como función ser la guía para el desplazamiento y el movimiento del techo corredizo. Asimismo, se utilizaron para la parte superior del techo 6 platinas de 5 mm de diámetro que se ubicaron en forma de domo dándole una semicircunferencia al techo (figura 7) y que tendrían como función soportar el peso de las tejas que van a proteger el cultivo. Estas tejas son de material de policarbonato el cual va a permitir controlar la entrada de varios elementos fundamentales para los sembrados como son el sol, el agua, el viento y plaga (ver figura 8). Finalmente se ensamblan todas estas partes y queda una estructura sólida para aguantar y poder transportar el techo corredizo (Ver figura 9).

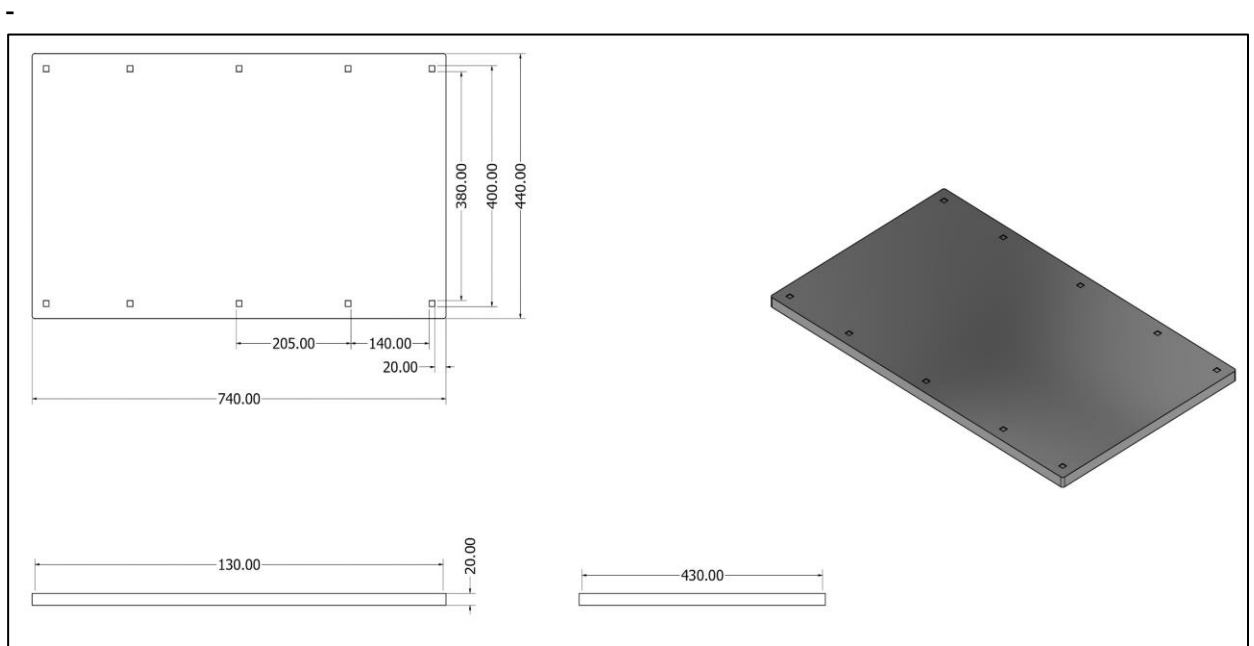


Figura 3. Planos de la base

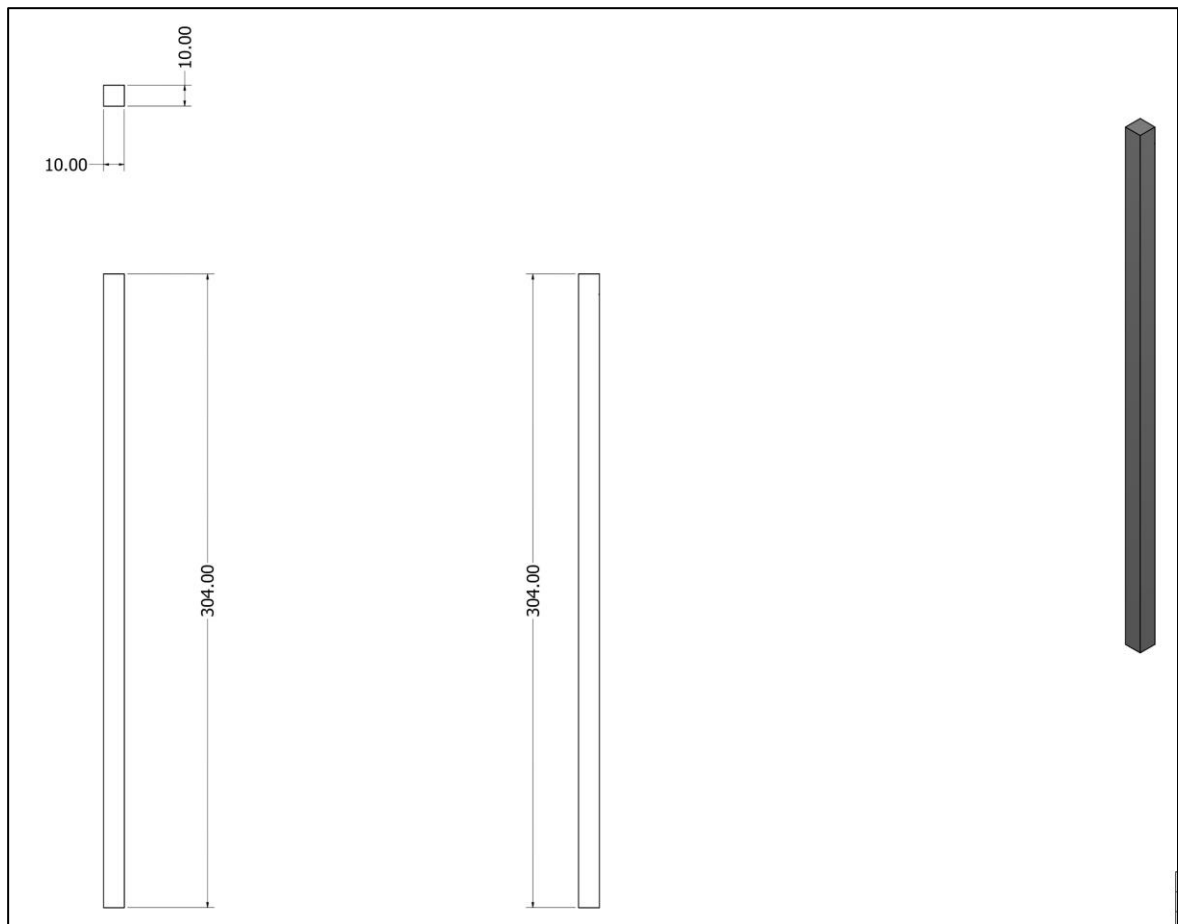


Figura 4. Plano columna vertical

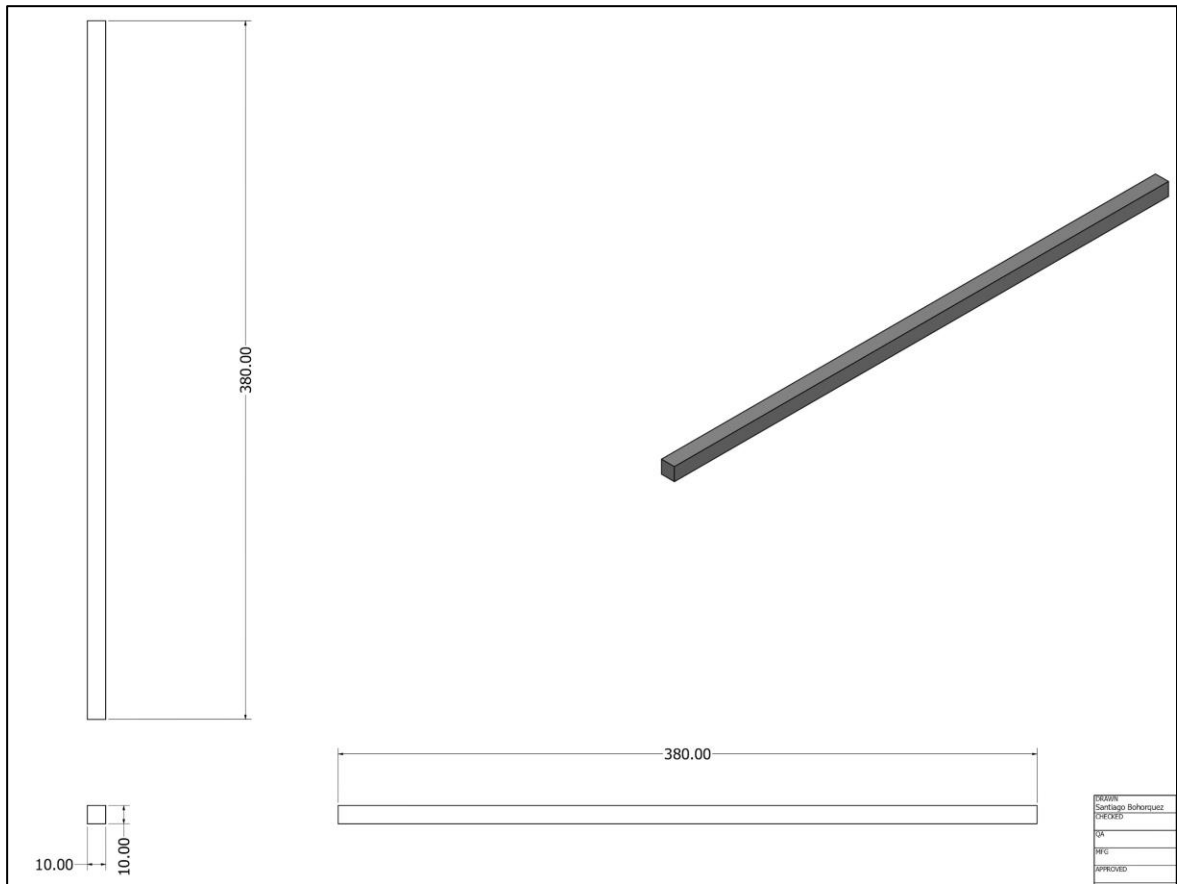


Figura 5. Plano viga horizontal

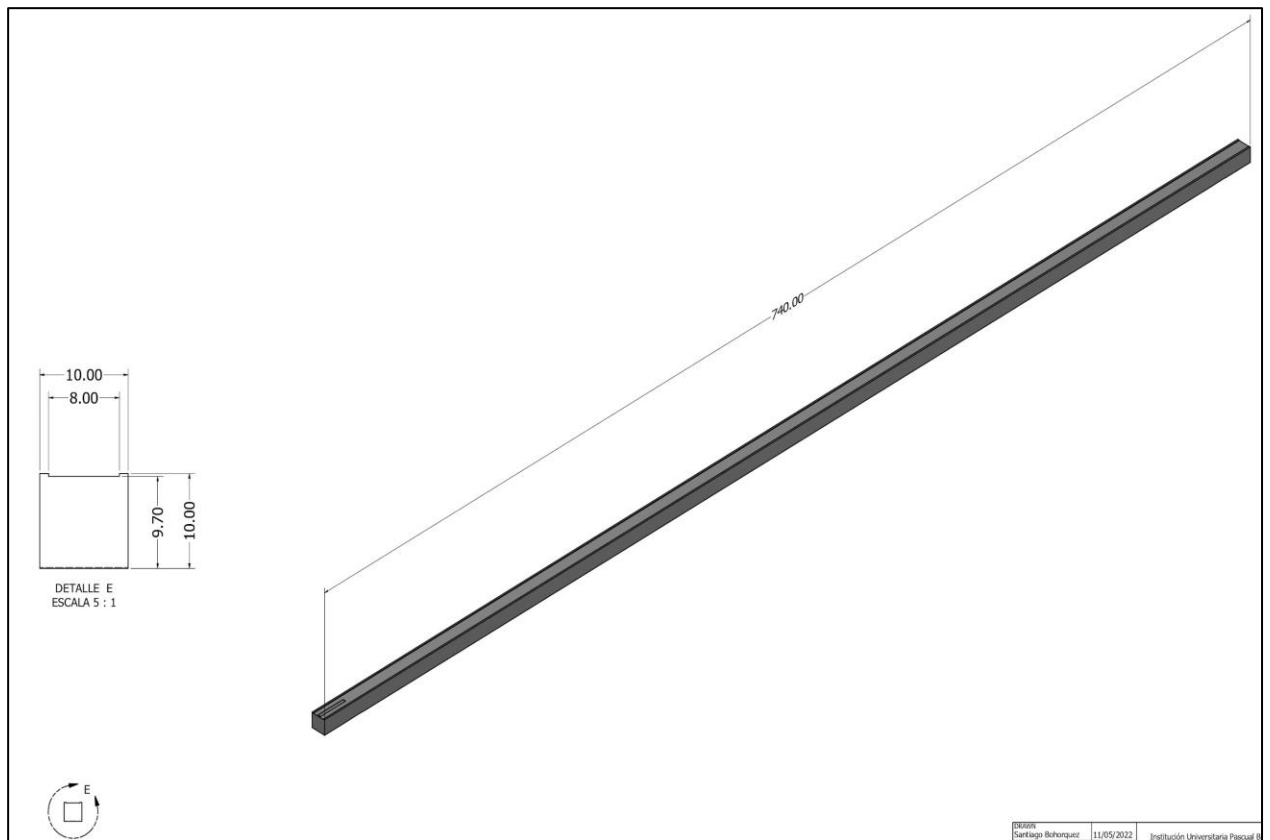


Figura 6. Rieles generadores de movimiento

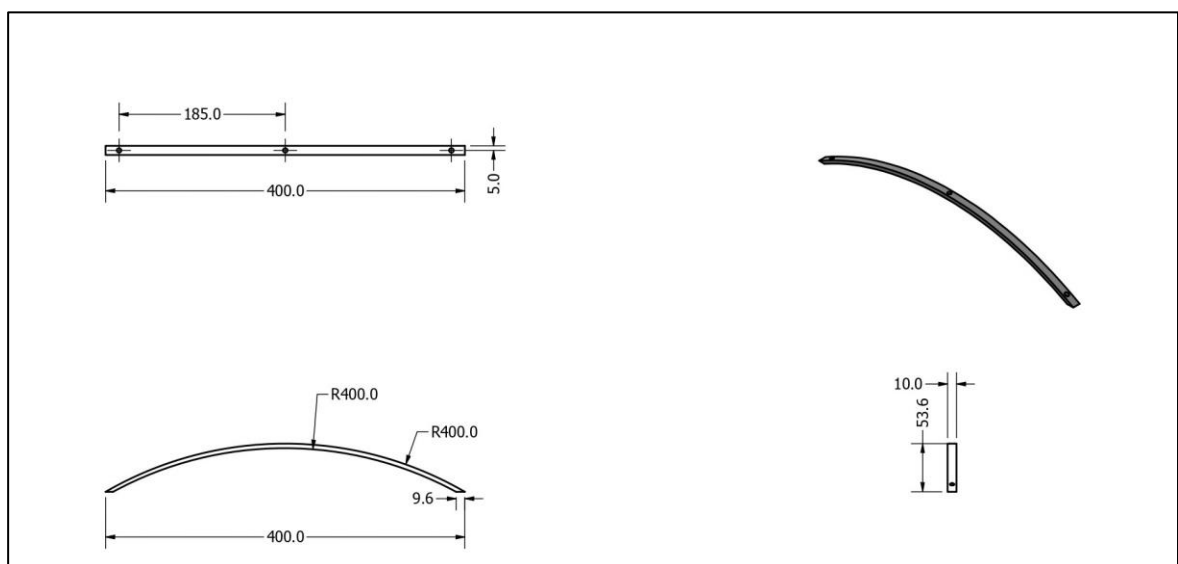


Figura 7. Plano soportes de techo

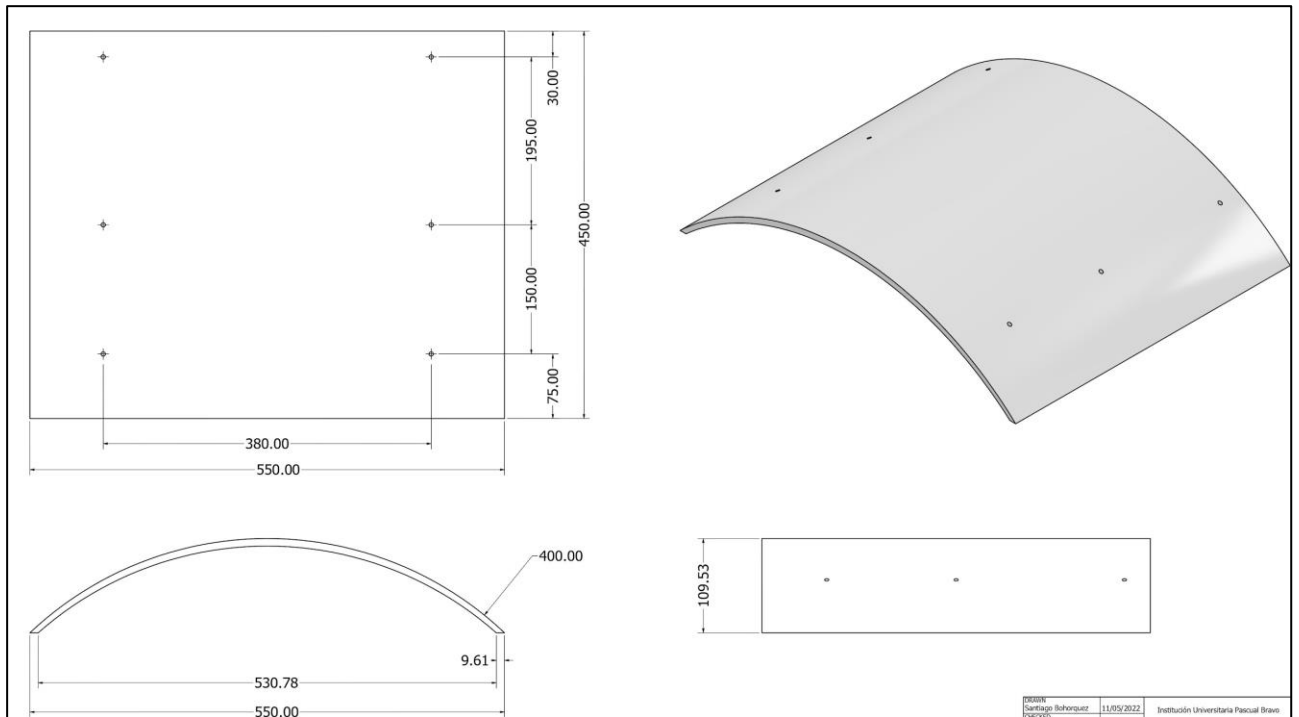


Figura 8. Techo de policarbonato

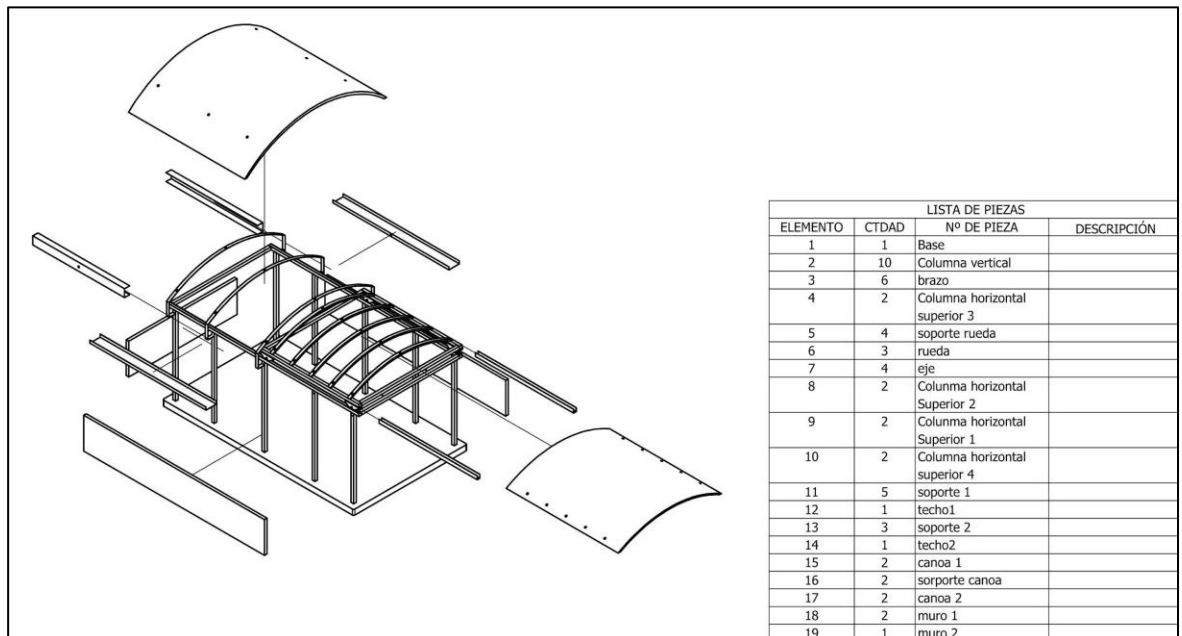


Figura 9. Plano explosionado de la estructura de la cubierta

3.2.2 Mecanismos para hacer corredizo el techo

El techo consta de dos partes, por un lado, está la parte superior que es fija y está anclada a la estructura. Mientras que la parte inferior, tiene un movimiento corredizo generado por dos balineras que permiten el desplazamiento de la mitad de la cubierta, la cual se mueve de forma horizontal y se guarda bajo la parte superior y fija del techo (figura 10). Además, es importante tener en cuenta los rieles por los que se desplazan las dos balineras ubicadas en la parte media del techo. También, para poder hacer el desplazamiento del techo se utilizó una guaya que está anclada al motor y sujeta a la parte inferior del techo corredizo, la cual a realizar un movimiento de tracción cuando se enciende el motor (Figura 11).

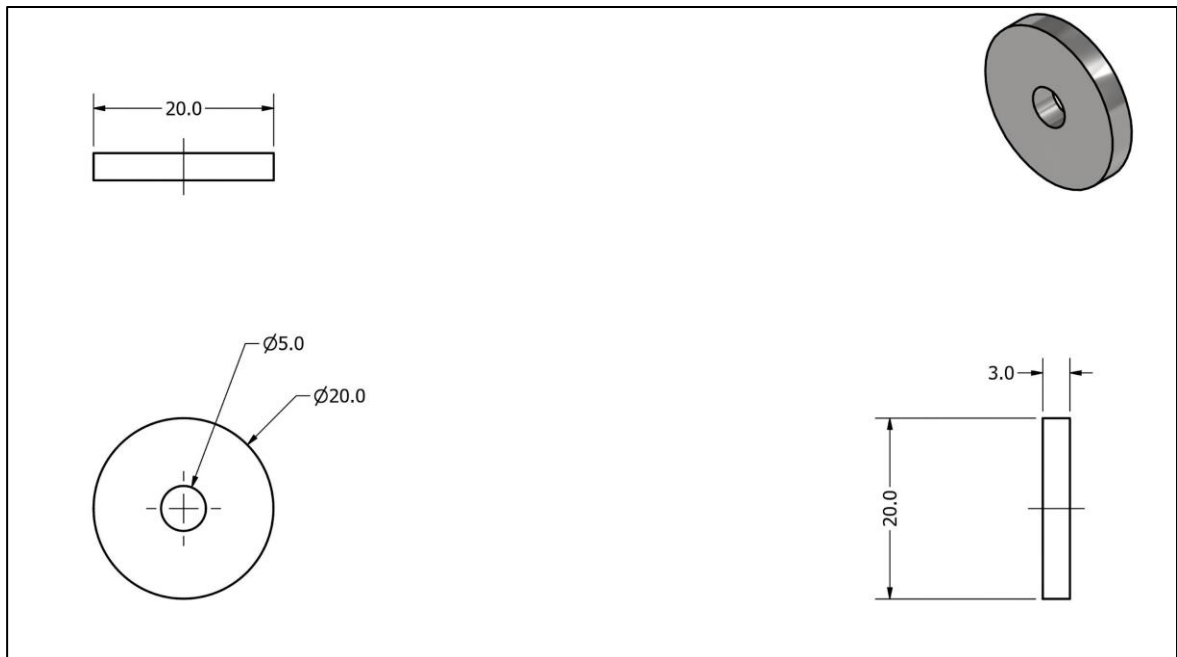


Figura 10. Rueda que se usa para transportar el techo



Figura 11. Guaya y motor que hacen mover el techo

3.2.3 Sistema de control electrónico

Para poder realizar la cubierta corrediza fue necesario pensar en un sistema de control electrónico para poder darle movimiento automatizado a la parte mecánica. Por un lado, están las baterías, las cuales son tres baterías de 1.5 voltios cada una, donde las 3 juntas entregan un voltaje de 4.5 voltios necesarios para generar el movimiento del motor reductor que se encarga de transportar el techo corredizo.

Las baterías se encargan de alimentar el sistema de movimiento del techo, adicionalmente, suministran corriente a la tarjeta puente H y la fotocelda, las cuales son partes determinantes para la automatización y control en la apertura o clausura de la cubierta corrediza.

También para este circuito es importante mencionar los sensores de final de carrera los cuales son y están alimentados por la electricidad dada por las baterías, además estos sensores están ubicados en los extremos de la estructura.

Finalmente, está el switch de tres posiciones ubicados en el interior de la estructura, donde se permite dar la orden y la posición al movimiento del techo y así mismo se puede utilizar de forma manual este switch facilitando las labores de los individuos y productores. (Ver figura 12)

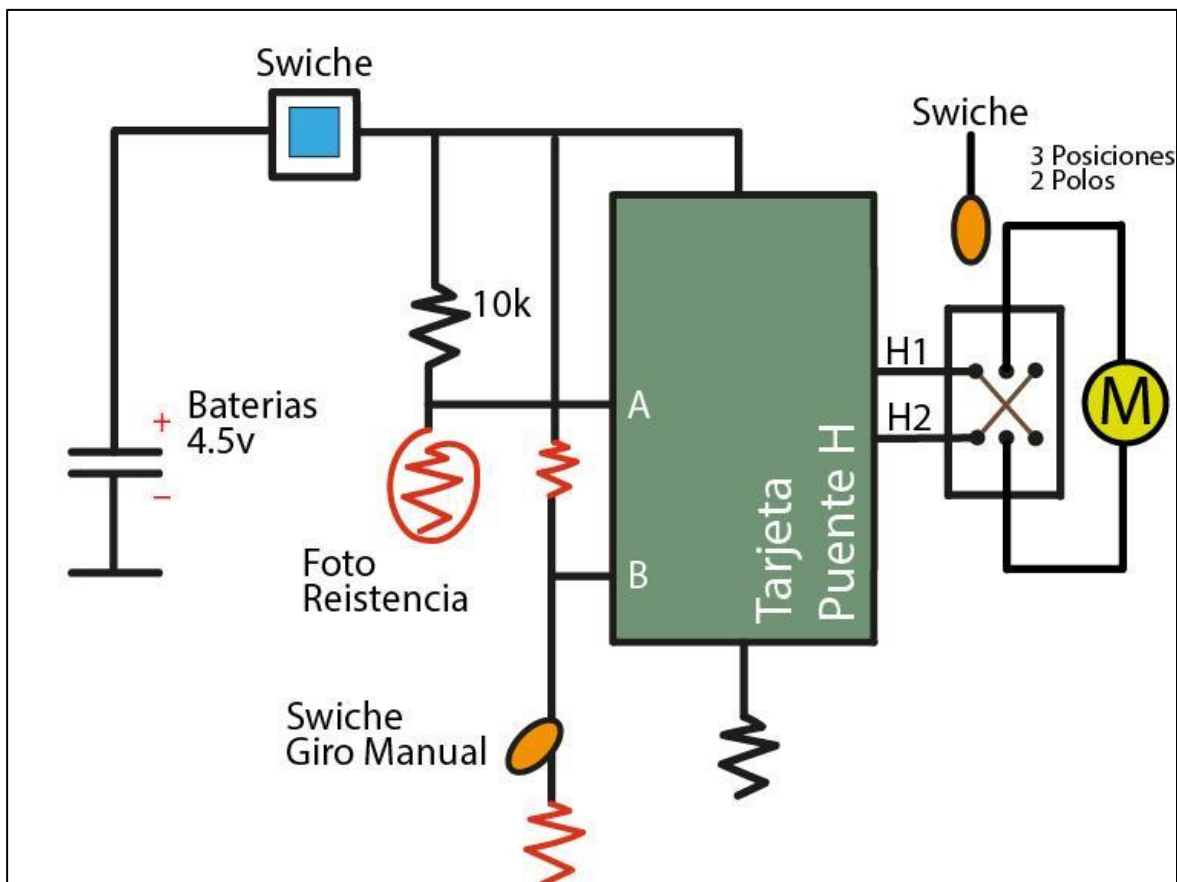


Figura 12. Circuito de mando del techo corredizo

3.2.4 Estética

Para este punto es importante darle una forma más organizada, durabilidad de la estructura y evitar que la corrosión u oxidación impacten la cubierta. Se utilizó pintura anticorrosiva mezclada con disolvente para facilitar la aplicación de esta, donde esta va a proteger la estructura de la corrosión a la cual está expuesta (ver figura 14). Además, se va a utilizar una placa de policarbonato, esta va a realizar la función de muro lateral que impedirá la entrada de otros elementos que puedan afectar la huerta. También, se utilizó un plegable para darle un aspecto estético similar al de un muro de ladrillo. Finalmente, se usaron 12 zunchos plásticos para fijar la lámina de policarbonato adherida a las vigas que sostienen el techo corredizo (ver figura 15).



Figura 14. Aplicación de pintura anticorrosiva a toda la estructura.



Figura 15. Fijación lámina policarbonato y muro protector

4. Resultados

Como resultado de este proyecto se construyó una huerta a escala laboratorio, donde se incluyeron algunos cultivos. De ahí que se pudo evidenciar el cambio en el proceso de crecimiento y maduración de las plantas. En la figura 13 se pueden evidenciar algunas plántulas que estuvieron aproximadamente dos semanas dentro de la estructura en su proceso de germinación, donde el 90 % de las semillas hicieron su respectivo proceso, además, es importante mencionar que poner las plántulas dentro de la estructura pudimos ver que su crecimiento, el color de sus hojas y el olor del cilantro tuvieron mejoras, que estar simplemente en una maceta recibiendo sol, viento y agua sin ninguna protección, por lo que esto arroja como resultado una mejora en las condiciones de la planta de cilantro.



Figura 13. Plántulas haciendo su proceso de crecimiento en la estructura con el techo abierto

Adicionalmente, más allá del proceso y el resultado con las plantas en este trabajo fue prioritario pensar en la realización del techo corredizo o cubierta corrediza. El resultado del techo se destaca por el ensamblaje de la estructura, uniendo la base del suelo con las 10 columnas que sostienen el techo ver figura 14, estas se soldan a las 5 vigas que van a cargar el sistema mecánico y la estructura del techo (ver figura 15), donde están incrustado unos rieles que van a permitir hacer le movimiento al techo corredizo (ver figura 16). Para poder hacer el movimiento en los rieles es de vital importancia colocar unas balineras que

van a transportarse por los ya mencionados rieles (ver figura 17), sin embargo, este proyecto tiene una parte que es el sistema de automatización, el cual consta de un motor, una guaya y un sistema eléctrico (ver figura 18,19 y 20), estos son los generadores de todo el movimiento del techo, donde este se abre y se cierra por medio de una foto celda ver figura 21 que se activa y se desactiva con el sol. Finalmente, el techo está hecho con unas platinas que se doblaron en forma de domo ver figura 22. y que sostienen la lámina de polietileno que es la que protege los cultivos ver figura 23.



Figura 14. Ensamblaje de las columnas con el suelo.



Figura 15. Soldando las vigas a la estructura inicial.



Figura 16. Incrustando los rieles en la estructura.



Figura 17. Balinera

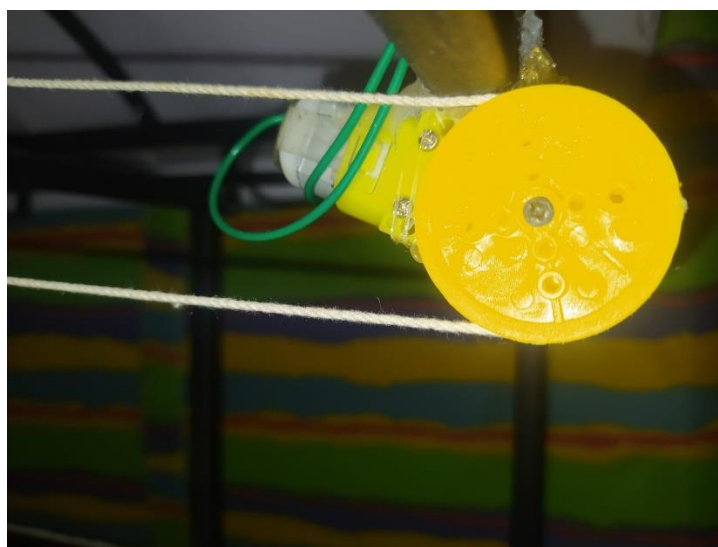


Figura 18. Motor



Figura 19. Guaya.

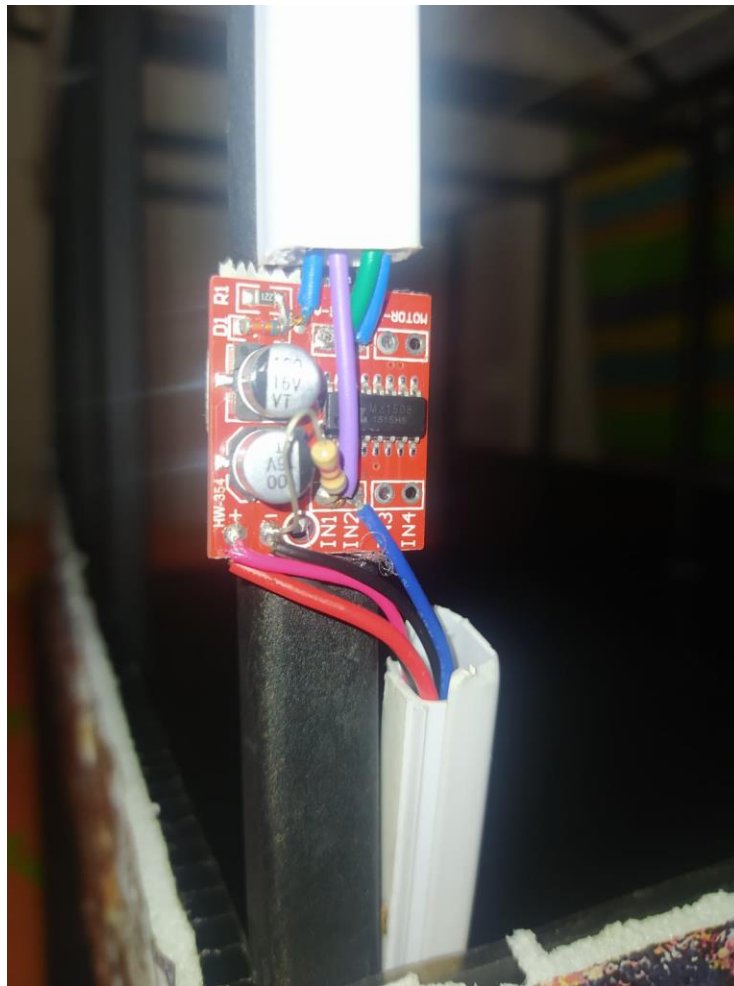


Figura 20. Sistema eléctrico



Figura 21. Ubicación de las platinas en forma de domo.

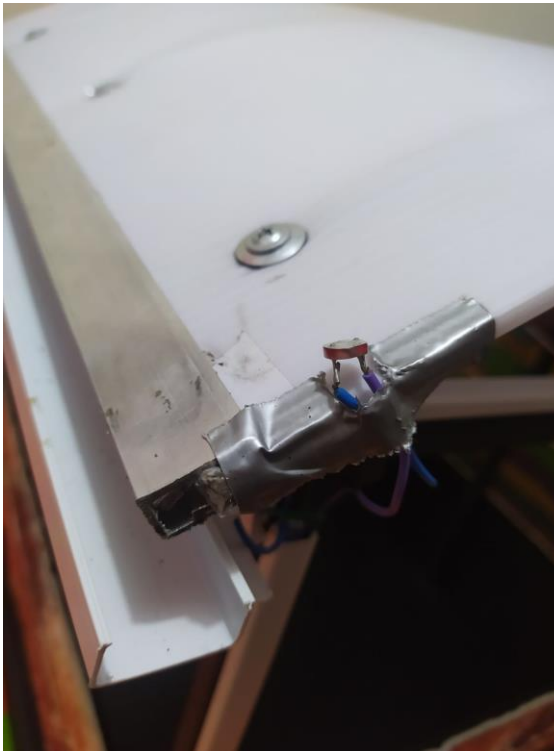


Figura 22. Foto celda



Figura 23. Lamina de polietileno.

Es así como podemos ver que los techos corredizos más allá de ser utilizados en la cotidianidad tienen una afinidad con el medio ambiente, con la tecnología por sus diferentes procesos para facilitar el uso de un techo corredizo que como se ve en la indagación teórica, son resultados muy positivos en otros países, implementando este tipo de tecnologías para los jardines o lugares de estar ver figura 24.

Finalmente, dentro de estos resultados es importante destacar cómo el sistema de control eléctrico se puede ver desde diferentes perspectivas, no sólo como un elemento más de la construcción, sino que puede potencializar otros procesos dentro las investigaciones dando facilidad a las personas para poder utilizarla de forma eficaz.



Figura 24. Plántulas haciendo su proceso de crecimiento en la estructura con el techo cerrado

5 conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro.

Este trabajo muestra el cómo desde las nuevas tecnologías se pueden implementar sistemas de protección de cultivos, los cuales permiten a los grandes y pequeños agricultores cuidar de una forma más segura sus cultivos, además de facilitar los esfuerzos físicos reduciéndolos a lo más mínimo, estos sistemas, además, ayudan al campesino y a los productores a mantener regulados y protegidos sus cultivos de fenómenos ambientales y de la incidencia de plagas.

Por otro lado, es importante concluir que los sistemas de techos corredizos son del primer mundo y están empezando a tener un gran protagonismo en este lado del mundo donde no solamente, se utilicen para el cuidado de cultivos, sino buscar otros espacios para la utilización y fabricación de estos.

Finalmente, la reutilización de los diferentes componentes naturales que pueden traer tanto beneficios para las plantas como beneficios económicos para los productores es importante señalar que este proyecto es amigable completamente con el medio ambiente por la reutilización del recurso hídrico y también de la misma luz.

Recomendaciones y trabajo a futuro

Aunque este trabajo es una muestra de una maqueta, se debe llevar a un escalado, donde se pueda invertir y dar estas condiciones a los campesinos de nuestro país, para que sus cultivos se mantengan de manera segura y la producción no se vea afectada e interrumpida por los diferentes fenómenos naturales que puede llegar a provocar estas adversidades para la economía y el campo colombiano.

A pesar del alcance de este trabajo, el trabajo tiene como enfoque principal el de brindar y probar nuevas formas para mejorar condiciones de cultivo, llevándolas tanto a los mega cultivos como a los cultivos de pequeños productores, por lo que necesita un análisis de costo en un eventual escalado.

Finalmente, este tipo de proyectos deben contar con mayor continuidad a nivel investigativos, para cuantificar de forma más certera la incidencia o los cambios que pueden tener los cultivos con estas adecuaciones, ya que, sabemos que la vida humana depende enormemente de todos aquellos productos obtenidos del campo.

6. Bibliografía

- Huertas Fandiño, J. C. (2018) Sistema de Cuidado Agrícola con Raspberry.
- Jaya Caza, E. R., & Ríos Arias, C. E. (2016). *Diseño y simulación de un prototipo para una cubierta corrediza de acrílico y aluminio automatizada para un espacio abierto de 3x6 m2* (Bachelor's thesis).
- Gómez, C., Greslebin, A., & Rajchenberg, M. (2010). Plagas y enfermedades de.
- Camarena Gutiérrez, G., & Torre Almaraz, R. De La. (2008). Fitoplasmas: síntomas y características moleculares. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 14(2), 81-87. Recuperado en 16 de marzo de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182008000200002&lng=es&tlng=es.
- Santos, B. M., Obregón-Olivas, H. A., & Salamé-Donoso, T. P. (2010). Producción de hortalizas en ambientes protegidos: estructuras para la agricultura protegida. *EDIS*, 2010(6).
- http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE2_1_1.pdf
- López, A. H. A., Vargas, G. A., Ortiz, C. J. D., & Vergara, J. D. S. (2017, July). Diseño de un sistema de control y automatización de temperatura, humedad del suelo y humedad relativa para optimizar el rendimiento de cultivos bajo cubierta en CORHUILA. In *Memorias de Congresos UTP* (pp. 48-53).
- De Pelekais, C. (2000). Métodos cuantitativos y cualitativos: diferencias y tendencias. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 2(2), 347-352.
- Rivero, D. (2013). Metodología de la investigación. Shalom.

7. Anexo

Adicional a este documento, se anexa un vídeo demostrativo del funcionamiento del la cubierta automática