

Comparación de la producción de rábano en tierra directa y dentro de un invernadero con control ambiental automatizado

Ariana Arteaga Mariñelarena¹, Noé Alba Baena¹,
Felipe Adrián Vázquez Gálvez¹, Javier Molina Salazar¹

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Resumen

El ritmo de vida que llevamos hoy en día, ha impulsado al ser humano a la necesidad de obtener todo más rápidamente, y como ejemplo están los alimentos los cuales son procesados de manera que el producto sea cultivado y cosechado lo más pronto posible y de mejor calidad. Una opción para la agricultura es el uso de hidroponía e invernaderos automatizados que permiten mantener las condiciones adecuadas para el desarrollo y crecimiento de las plantas cultivadas en su interior, teniendo como ventajas que facilitan el cultivo fuera de temporada y la reducción significativa de mano de obra.

Palabras clave: Invernadero, automatización, agricultura, hidroponía

Introducción

Las condiciones climatológicas que se viven en Ciudad Juárez son extremas por ser desierto, es decir, el invierno es crudo y el verano es sofocante, variando de una estación a otra considerablemente. La humedad relativa en promedio anual es de 46%, siendo los meses de agosto a febrero los que rebasan este valor, presentando registros que van desde 48% en febrero a 59% en diciembre, ver figura 1. La temperatura media en invierno es de 5.3°C y la de verano es de 35.6°C, sin

embargo, se han registrado temperaturas record de invierno en -27°C y de verano en 46°C y la temporada de precipitación pluvial inicia mayormente en julio y termina en septiembre, teniendo únicamente 3 meses de lluvia para los sembradíos de la región, por lo que el clima extremo y la falta de lluvia son los principales problemas que enfrenta un productor agrícola en Ciudad Juárez, ver figura 2. [1]

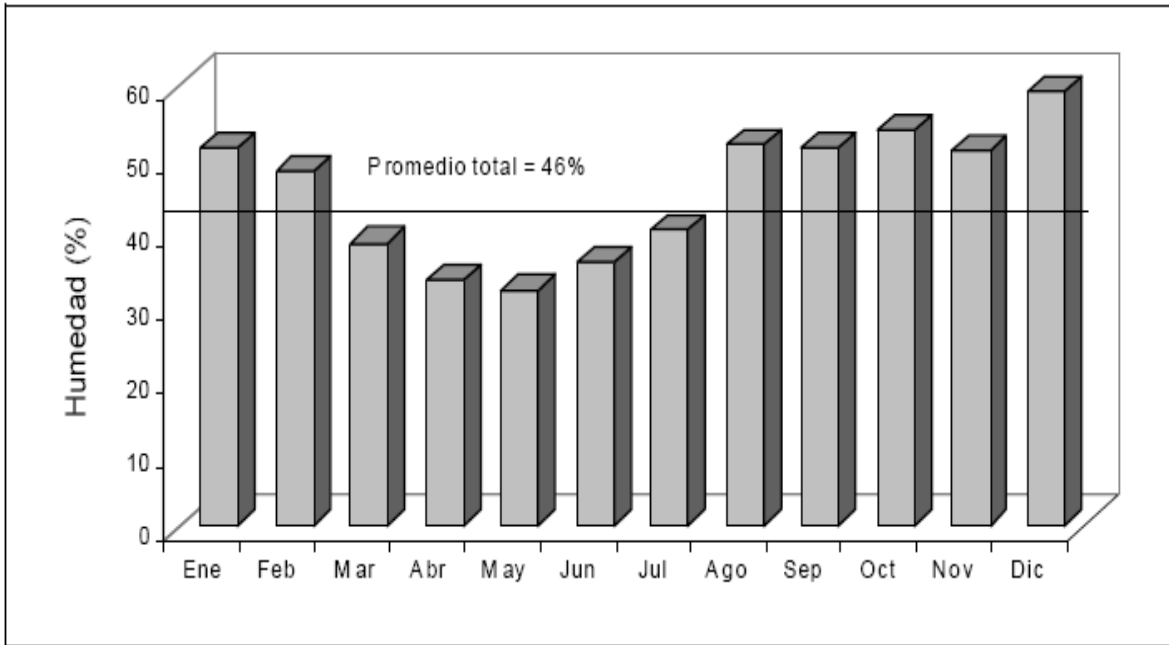


Figura 1. Humedad relativa en Cd. Juárez (promedio mensual)

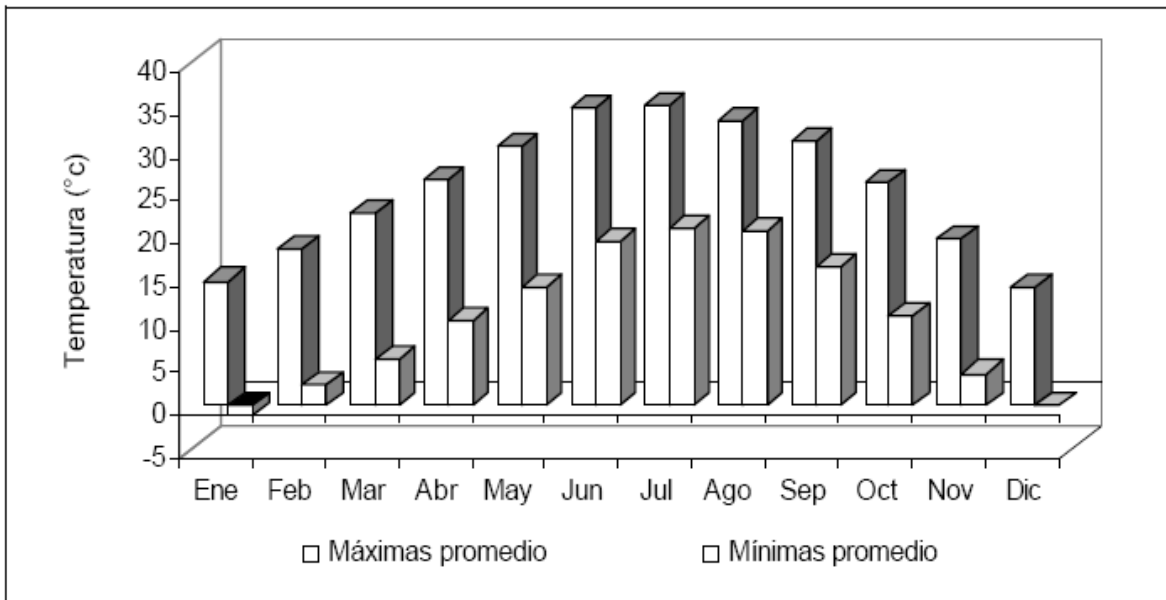


Figura 2. Temperatura mensual en Cd. Juárez

(Promedios de las temperaturas máximas y mínimas diarias)

Una opción para el productor agrícola es el uso de los invernaderos, los cuales permiten crear un ambiente de óptimas condiciones para obtener el producto deseado. Sin embargo y aun teniendo un invernadero, las condiciones climáticas y ambientales de la región solo permiten sembrar y cosechar en algunas temporadas del año. Además del clima se cuenta con problemas como el suelo como la erosión, malas técnicas de cultivo, sobrepastoreo, quema de vegetación y contaminación lo que hace perder grandes hectáreas de tierras cultivables.

Descripción del problema

El proyecto fue llevado a cabo en Ciudad Juárez donde el problema a solucionar fue sembrar rábano en Ciudad Juárez durante cualquier época del año donde el clima es árido y extremoso en verano e invierno,

además de que las condiciones del suelo no son las ideales y las condiciones ambientales son muy cambiantes.

1.2 Análisis del problema

A continuación, se muestran algunos datos iniciales que se investigaron para la realización de este proyecto:

1.2.1 Clima de la región

La humedad relativa en promedio anual es de 46%. La temperatura media en invierno es de 5.3°C. La temperatura de verano es de 35.6°C, que es la temporada en la que se trabajó en este proyecto.

1.2.2 Producto a sembrar

Se seleccionó el rábano por ser de los más rápidos en germinar y cosechar, con un tiempo de 4 a 6 semanas para la obtención del producto sembrado en tierra. La tabla 1 muestra algunos requerimientos para sembrar rábano en tierra [2].

Tiempo de germinación	1 a 3 días
Tiempo de cosecha	4 a 6 semanas
Humedad Relativa:	60 a 70%

Tabla 1.- Requerimientos para sembrar rábano

1.2.3 Técnicas de cultivo: Hidroponía

Es un método utilizado para cultivar plantas usando disoluciones minerales en vez de suelo agrícola [3]. La palabra “*Hidroponía*”, viene de las palabras griegas “hydro” que significa agua y

“ponos” que significa labor, trabajo, es decir, trabajo en agua. Con esta técnica de cultivo, las raíces reciben una solución nutritiva equilibrada disuelta en agua con todos los elementos químicos esenciales para el desarrollo de la planta, que pueden crecer en solución mineral únicamente o

bien, en un medio inerte, como arena lavada, grava o perlita, entre muchas otras. El sistema recirculante fue el seleccionado para este proyecto.

1.2.4 Invernadero

Un invernadero, según la Real Academia Española [4], es un recinto en el que se mantienen constantes los factores ambientales, para favorecer el cultivo de plantas. Existen varios tipos de invernaderos de los cuales su elección depende de tener en cuenta ciertos aspectos técnicos como los son las exigencias bioclimáticas de la especie a cultivar, las características de la zona donde se planea construir el invernadero, entre otras. Para cuestiones de este proyecto se utilizó el invernadero para cualquier tipo de climas.

1.2.5 Sistema de control automatizado

Un sistema automático de control es un conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre sí, de manera que regulen o dirijan su actuación por sí mismos, es decir sin intervención de agentes exteriores (incluido el factor humano), corrigiendo además los posibles errores que se presenten en su funcionamiento [5]. Para la creación de este proyecto se utilizó un sistema de control de lazo cerrado.

1.5 Objetivo general

Obtener un rábano con un diámetro aproximado de 1 a 3 centímetros, de color

rojo por fuera y blanco y tierno por dentro, utilizando la técnica de hidroponía dentro de un invernadero de control automatizado.

1.5.1 Objetivos particulares

Comprobar que el sistema de control automatizado dentro del invernadero cuenta con un nivel de confianza de 90%.

Comprobar que con el sistema de hidroponía se obtiene el rábano en tiempo igual o menor que con el método de tierra que el tiempo promedio es de 5 a 6 semanas.

1.6 Hipótesis

A continuación, se muestran las hipótesis que se definieron para comprobar con este Proyecto:

1.- Al sembrar el rábano en hidroponía dentro de un invernadero de ambiente controlado:

H0: se cosecha en un tiempo \leq que en tierra (6 semanas)

H1: se cosecha en un tiempo $>$ que en tierra (6 semanas)

2.- El sistema de control ambiental automatizado:

H0: tiene un índice de confianza $< 80\%$

H1: tiene un índice de confianza $\geq 80\%$

Materiales

Para la realización del proyecto se utilizaron los siguientes materiales mostrados en las tablas 2 y 3 para la construcción del sistema de hidroponía, el sistema de control automatizado y el invernadero.

Sistema de hidroponía	
- Tubería de PVC de 3 pulgadas	- Tubería de PVC de 1 pulgada
- Cinta aislante	- Recipiente de 5 galones
- Bomba de agua	- Manguera de ½ pulgada de diámetro
- Pegamento para unión de PVC	- Extensión eléctrica

Tabla 2.- Materiales para construcción Sistema de hidroponía

Invernadero	
- Tubería de PVC de 1 pulgada	- Polietileno de 0.004 pulgadas
- Alambre de 3 mm de diámetro	- Cinta gris para ductos
- Tapete anti derrapante	

Tabla 3.- Materiales para construcción de Invernadero

Sistema de control automatizado	
- Computadora Laptop	- Cable calibre 16
- Arduino	- Tablilla de relevadores
- Sensor de humedad y temperatura	- Tarjeta digital de entradas y salidas
- Foco de 100 watts	- Abanico y extractor
- Solenoide de apertura y cierre	- Válvula eléctrica de agua
- Rociador	- Fuente de poder de 110Volts y 5 Volts

Tabla 4.- Materiales para construcción Sistema de control automatizado

Metodología

Para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología de ingeniería la cual se ilustra en el diagrama de la figura 3, que muestra rectángulos para indicar los pasos a seguir y flechas, que indican la

conexión entre ellos, así como cuál es el antecesor y cuál el predecesor. Las decisiones se indican con un rombo y el inicio y el final del diagrama se muestran con un óvalo.

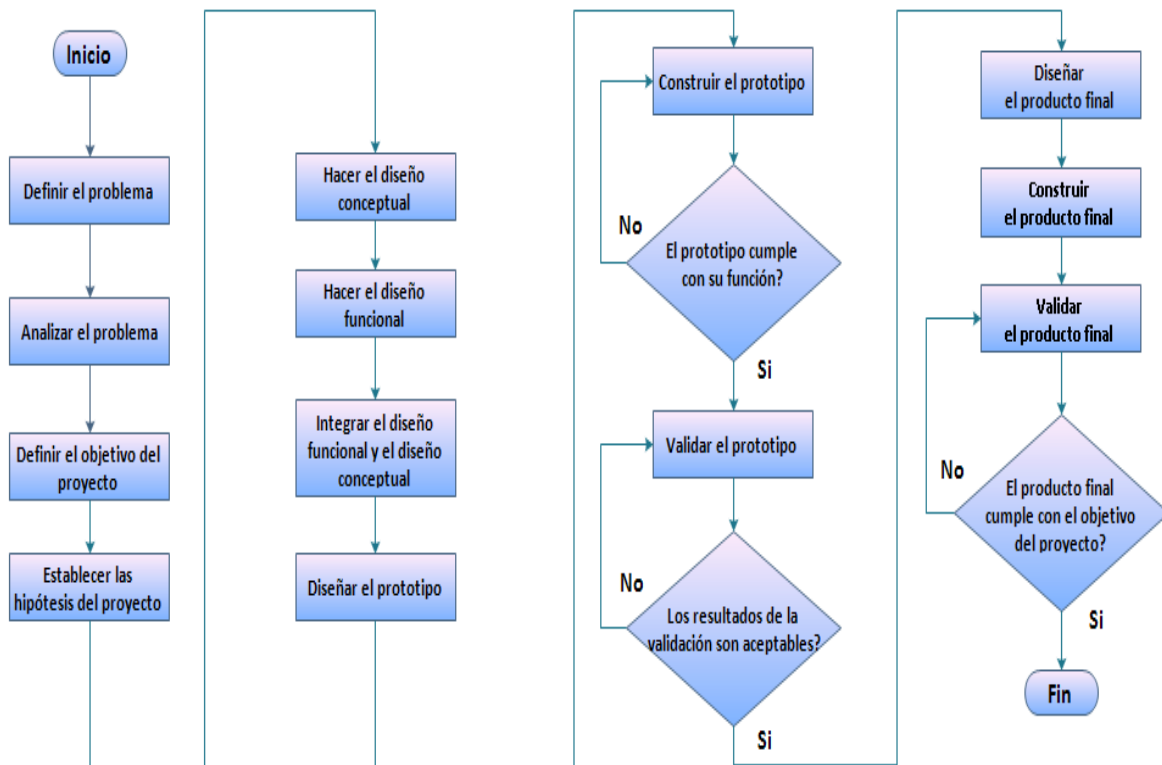


Figura 3.-Diagrama de metodología de ingeniería

A continuación se muestran los pasos del diagrama: 1) definir del problema, 2) Analizar el problema, 3) Definir el objetivo del proyecto, 4) Establecer las hipótesis del proyecto, 5) Hacer el diseño conceptual, 6) Integrar el diseño funcional y el diseño conceptual, 7) Diseñar el prototipo, 8) Construir el prototipo, 9) ¿El prototipo cumple con su función?: si la respuesta es no, se regresa al paso 8, si la respuesta es sí, entonces continua con el paso siguiente, 10)

Validar el prototipo, 11) ¿Los resultados de la validación son aceptables? Si la respuesta es no, entonces se regresa al paso 10, si la respuesta es sí, entonces continua con el siguiente paso, 12) Diseñar el producto final, 13) Construir el producto final, 14) Validar el producto final, 15) ¿El producto final cumple con el objetivo del proyecto?: si la respuesta es no, entonces regresar al paso 14, si la respuesta es sí, entonces el proyecto ha sido terminado.

Resultados

Se diseñó el concepto del sistema automatizado que se muestra en la figura

4, además del invernadero con todos los accesorios necesarios, como lo muestra la

figura 5. Igualmente se diseñó el sistema de hidroponía como se muestra en la

figura 6.

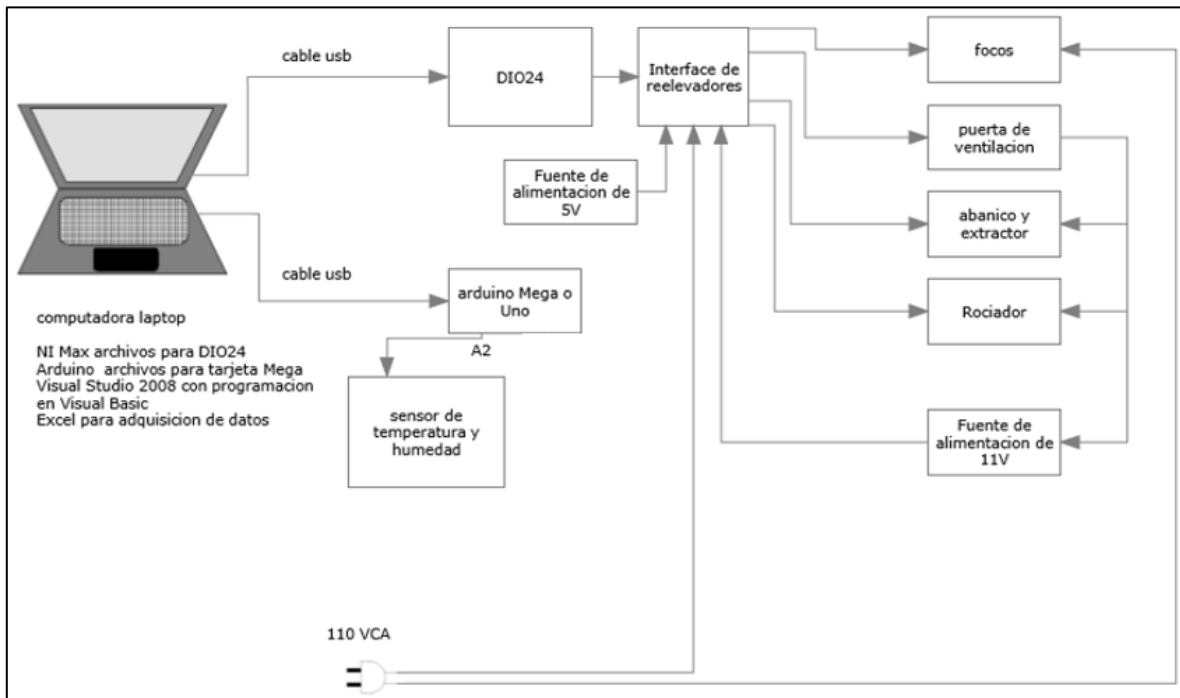


Figura 4.- Diseño del sistema de control

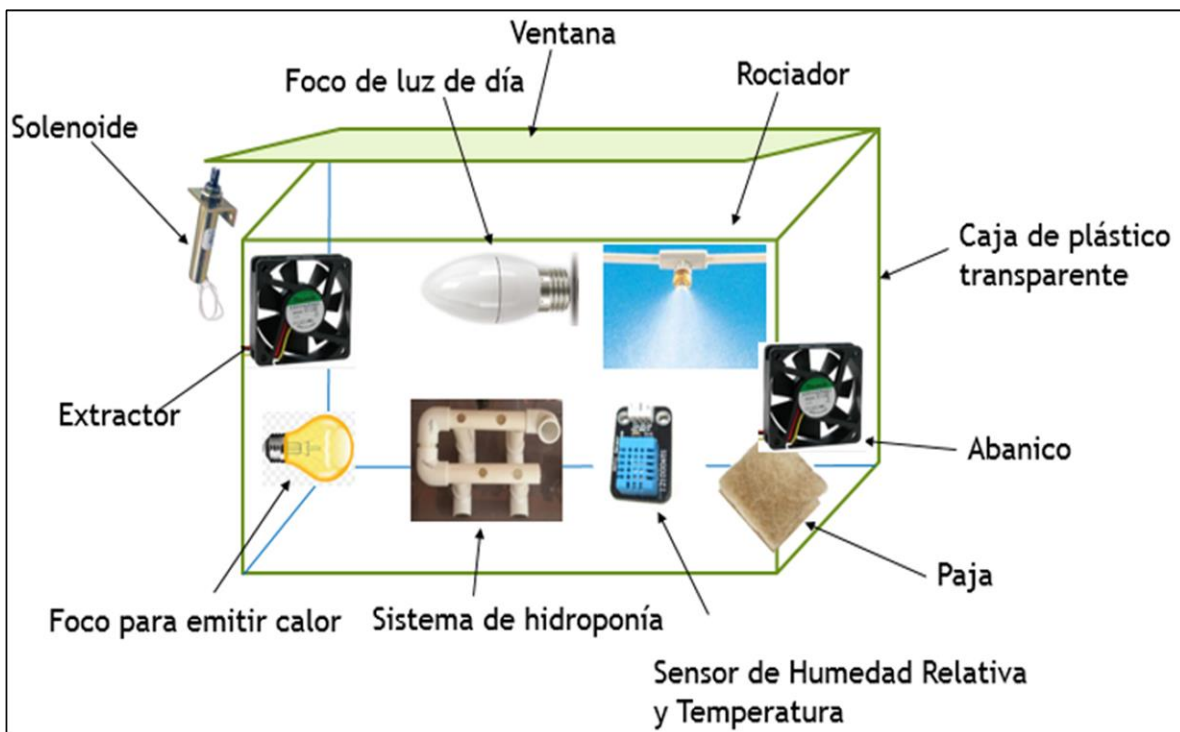


Figura 5.- Diseño del invernadero

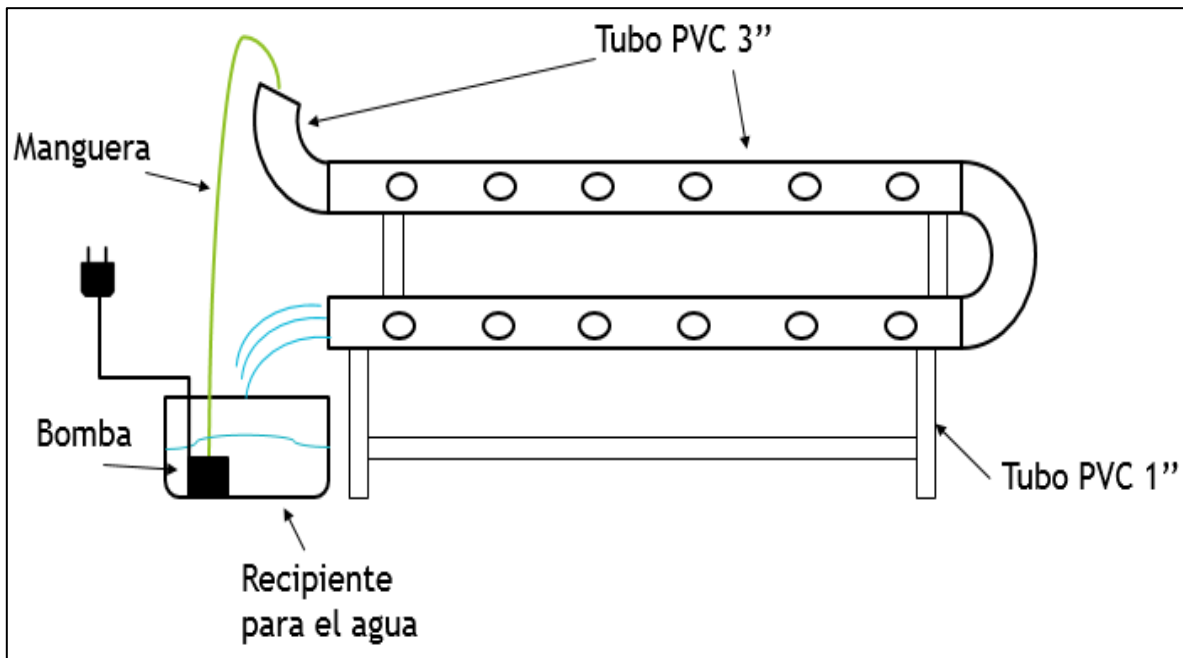


Figura 6.- Diseño del sistema de hidroponía

Finalmente la etapa de diseño concluye con la integración de todos los sistemas

en la construcción del prototipo que es el que se muestra en la figura 7.



Figura 7.- Prototipo de invernadero y sistema hidropónico

Teniendo el prototipo en funcionamiento se hicieron las validaciones necesarias para comprobar que las funciones de todo el sistema están cumpliendo con lo requerido, por lo que se utilizaron métodos estadísticos para iniciar con la calibración del aparato de medición. Continuando con la validación, se estabilizó el proceso haciendo ajustes necesarios y se retó para comprobar que está cumpliendo con el criterio de aceptación, obteniendo resultados aceptables para seguir con el proyecto.

Se comprobó que el sistema de control automatizado dentro del invernadero cuenta con un nivel de confianza de 90%.

Se comprobó que con el sistema de hidroponía se obtiene el rábano en tiempo igual o menor que con el método de tierra que el tiempo promedio es de 5 a 6 semanas.

Utilizando el mismo sistema de control previamente diseñado y perfeccionado, así como el mismo diseño del sistema de hidroponía, únicamente se diseñó el invernadero a gran escala. A continuación, se muestra la construcción del producto final en la figura 8.



Figura 8.- Construcción del producto final

Finalmente se hace la experimentación entre los siguientes grupos de la figura 9, de los cuales se descartaron los dos grupos de experimentación al exterior ya que la temporada del año en la que se

realizó este proyecto fue en verano y el calor no permitió que las plantas se desarrollaran, marchitándose inmediatamente al ser expuestas al sol.

De igual manera los dos grupos de plantas con los que se experimentó dentro de invernadero de ambiente no controlado sufrieron deshidratación por las altas temperaturas, por lo que también quedaron descartados.

Habiendo descartado los 4 grupos anteriores, únicamente se trabajó con plantas dentro de invernadero de ambiente controlado comparando las sembradas en tierra contra las sembradas en hidroponía y obteniendo resultados similares.

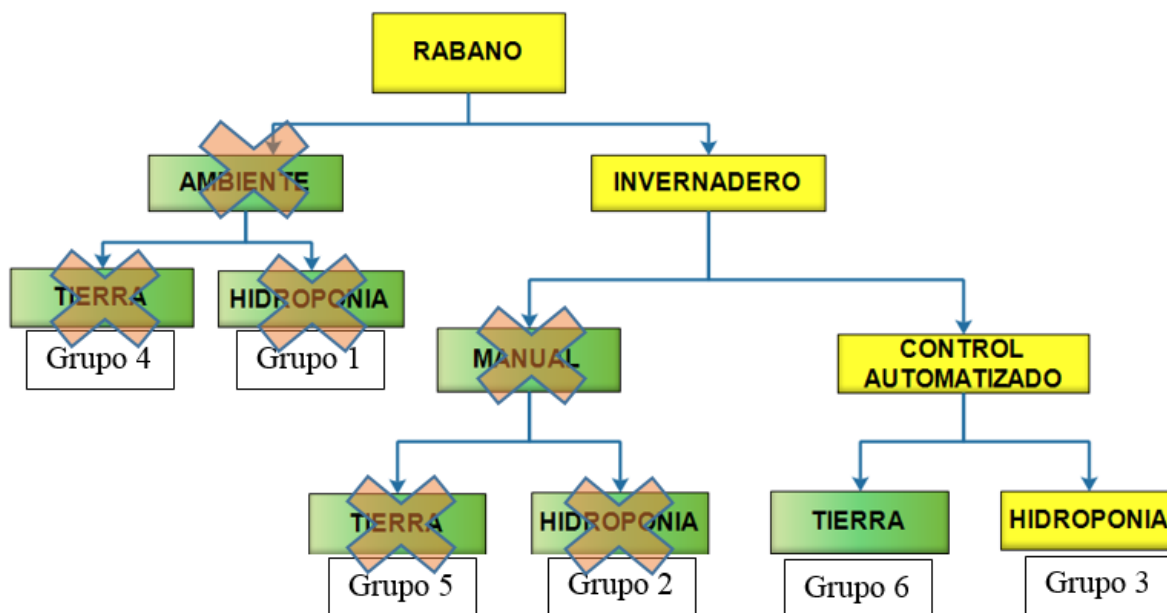


Figura 9.- Escenarios de experimentación

Se miden hoja, tallo y raíz hasta antes de que el bulbo comienza a crecer obteniendo resultados similares a los 15 días de sembrados, ver tabla 5 y figuras 10 y 11.

	Tierra	Hidroponía
Tallo	9 cm	5 cm
Raíz	12 cm	17 cm
Hoja	3 cm	3 cm
Longitud TOTAL	24 cm	25 cm

Tabla 5. Resultados de dimensiones a los 15 días



Figura 10.- Planta sembrada en hidroponía dentro de invernadero



Figura 11.- Planta sembrada en tierra dentro de invernadero

Las hojas reales crecieron de 4 centímetros aproximadamente en tierra e hidroponía a las 5 semanas, y a pesar de que el bulbo o fruto creció más pronto en tierra que en hidroponía si se logró

obtener el producto en hidroponía a las 6 semanas.

A continuación, se muestra en la figura 12 las plantas con hojas reales y el bulbo en la planta de tierra a las 5 semanas.



Figura 12. fruto a las 5 semanas

Conclusiones

En conjunto, la técnica recirculante de hidroponía y el invernadero de ambiente controlado por automatización mostraron ser un sistema de efectivo para la siembra de rábano en la región de Ciudad Juárez, durante todas las temporadas del año.

Como se mencionó en la introducción, las condiciones climatológicas de la región son extremosas y no permiten la siembra durante todo el año, por lo que se recomienda que, si se planea construir un invernadero, se integre un sistema de control automatizado, con el propósito de

que las hortalizas tengan todo lo necesario para su crecimiento sin necesidad de sembrar únicamente en ciertas temporadas del año.

Se recomienda continuar con el proyecto de técnicas de siembra modernas para conseguir datos acerca de ahorros en agua, fertilizantes y tiempo de crecimiento igualmente comparados entre ellas como con tierra en campo abierto. Esto nos permitirá tener un registro más certero dedicado en particular a esta región.

Referencias

[1] *Ciudad Juárez*, Wikipedia, la enciclopedia libre.

http://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad_Juarez

[2] *Rábano*, Como plantar rábanos?

<http://es.m.wikihow.com/plantar-r%C3%A1banos>

[3] *Hidropónia*, Wikipedia, la enciclopedia libre

<http://es.wikipedia.org/wiki/Hidropon%C3%ADa>

[4] *Invernadero*, Diccionario de la lengua española | Real Academia Española.
<http://lema.rae.es/drae/?val=invernadero>

[5] *Sistemas automáticos de control*.
http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~23005153/d_tecnologia/bajables/2%20bachillerato/SISTEMAS%20AUTOMATICOS%20DE%20CONTROL.pdf