

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Rendimiento y calidad en chile habanero con diferentes soluciones nutritivas y dos
sustratos bajo invernadero

Por:

Omar Alejandro Castro Burciaga

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México
Abril 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Rendimiento y calidad en chile habanero con diferentes soluciones nutritivas y dos
sustratos bajo invernadero

Por:

Omar Alejandro Castro Burciaga

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por:


Dr. José Rafael Paredes Jácome
Presidente


M.C. Perla Abigail Cárdenas Atayde
Vocal externo


Dr. Antonio Castillo Martínez
Vocal


M.D. Juan Manuel Nava Santos
Vocal


M.C. Rafael Ávila Cisneros
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Abril 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Rendimiento y calidad en chile habanero con diferentes soluciones nutritivas y dos
sustratos bajo invernadero

Por:

Omar Alejandro Castro Burciaga

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Jose Rafael Paredes Jácome
Asesor Principal


M.C. Perla Abigail Cárdenas Atayde
Asesor principal externo


Dr. Antonio Castillo Martínez
Coasesor


M.D. Juan Manuel Nava Santos
Coasesor


M.C. Rafael Ávila Cisneros
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Abril 2025

DEDICATORIAS

La presente investigación se la dedico a mi madre NANCY VERÓNICA CASTRO JARA, por todo el amor que he recibido de ti, la dedicación, tiempo, paciencia y sobre todo preocupación por el buen avance que he tenido en mi vida, es simple y sencillamente gracias a ti.

También a mi abuela MARTHA LETICIA JARA PUENTE y a mi hermano CRISTIAN EMILIANO CASTRO BURCIAGA, quienes siempre he contado con su ayuda en toda mi vida, les doy gracias por siempre creer en mí y por todo su amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios el creador de todo el universo por permitirme tener tan buena experiencia dentro y fuera de mi universidad, porque sin su protección y sabiduría no podría haber conseguido una de mis metas tan anheladas.

Le agradezco a mi mamá Nancy Verónica Castro Jara y a mi abuela Martha Leticia Jara Puente, quienes me han sabido conducir por una vida justa y por haberme ayudado a ser la persona que soy día a día.

A mi hermano: Cristian Emiliano Castro Burciaga, quien siempre me ha motivado a seguir en mi vida, por estar en cada logro que he tenido y en cada paso que doy.

A mis amigos: Wendy Citlaly, Sabas Emmanuel, Celso Uriel y Bryan García, por apoyarnos siempre entre todos para poder conseguir nuestras metas.

ÍNDICE

DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	viii
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
HIPÓTESIS.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Origen e historia del chile habanero	4
2.2 Importancia del cultivo de habanero	4
2.2.1 Producción Nacional	4
2.2.2 Producción mundial	5
2.3 Características botánicas del cultivo de chile habanero	5
Sistema radical.....	5
Tallos	5
Hojas.....	5
Flores	5
Frutos	6
Semillas	6
2.4 Clasificación taxonómica del chile habanero	6
2.5 Requerimientos edafoclimáticos	6
Suelo	6
Climáticos (Temperatura y Humedad Relativa).....	7
Riego.....	7
Nutrición	7
2.6 Plagas y enfermedades en el cultivo de chile habanero.....	7
Principales enfermedades.....	9
2.7 Requerimientos nutricionales chile habanero	10
Soluciones nutritivas para chile habanero	10

Relaciones entre cationes y aniones en chile habanero	10
2.8 Producción en sustrato.....	11
Sustratos para producción de chile.....	11
Fibra de coco.....	11
Arena-perlita.....	11
Peat-moss y perlita	11
Ventajas y desventajas de los sustratos.....	12
Ventajas.	12
Desventajas.....	12
3. MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Ubicación del experimento	13
3.2 Acondicionamiento del terreno	13
3.3 Material vegetal y siembra	13
3.4 Sistema de riego.....	13
3.5 Manejo del cultivo	13
Trasplante	13
Tutoreo (envarado).....	14
Poda.....	14
Control fitosanitario.....	14
3.6 Descripción de los tratamientos.....	15
3.7 Variables agronómicas evaluadas	15
3.8 Análisis estadístico	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1 Altura de planta.....	18
4.2 Diámetro de tallo.....	19
4.3 Firmeza de fruto kg.....	19
4.4 Sólidos solubles (° Brix).....	20
4.5 Vitamina C (mg/100g).....	21
4.6 Peso fresco de planta (g).	21
4.7 Peso seco de planta (g).....	22
4.8 Peso fresco de raíz (g).....	23
4.9 Peso seco de raíz (g).	24

4.10	Longitud de raíz (cm).....	25
4.11	Numero de frutos.....	26
4.12	Rendimiento.....	26
5.	CONCLUSIONES	28
6.	REVISION BIBLIOGRAFICA	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 (Laynes et al., 2019).....	6
Tabla 2 Productos fitosanitarios aplicados para control de plagas y enfermedades	14
Tabla 3 Descripción de tratamientos aplicados	15
Tabla 4 Especificación de los tratamientos	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Altura de planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.....	18
Figura 2. Diámetro de tallo de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.....	19
Figura 3. Firmeza kg de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.....	19
Figura 4. Sólidos solubles (°Brix) de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.....	20
Figura 5. Vitamina C de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.....	21
Figura 6. Peso fresco de la planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.....	21
Figura 7. Peso seco de la planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.....	22
Figura 8. Peso fresco de raíz de la planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.....	23
Figura 9. Peso seco de raíz de la planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.....	24
Figura 10. Longitud de raíz de la planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.....	25
Figura 11. Número de frutos de la planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.....	26
Figura 12. Rendimiento de la planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.....	26

RESUMEN

El cultivo del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) es muy importante a nivel nacional como lo es también su importancia a nivel mundial. La importancia económica de esta hortaliza es muy demandante tanto como en su consumo en fresco o procesado, gracias a su contenido de valor nutrimental, ya que es muy utilizado en el área culinario, cosméticos y sobre todo en el área medicinal, ya que se puede utilizar en pomadas o ungüentos. La producción de esta hortaliza está centrada en gran parte a la agricultura en campo abierto, pero en los últimos años su producción ha aumentado en la agricultura protegida gracias a su demanda de este preciado cultivo. La producción con sustratos es una buena alternativa para poder obtener un producto de buena calidad, y sobre todo incrementar la productividad de los cultivos hortícolas, ayudando en la absorción, asimilación de nutrientes y eficiencia. Ya una vez mencionado, el propósito de este experimento, fue analizar la aplicación de diferentes soluciones nutritivas en diferentes sustratos, en condiciones de agricultura protegida, donde se empleó un diseño completamente al azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones, los cuales fueron: Fibra de coco con solución nutritiva Steiner, Fibra de coco con solución nutritiva López – Gómez, Fibra de coco con solución nutritiva Castro – Burciaga, Arena + Perlita solución nutritiva Steiner, Arena + Perlita solución nutritiva López – Gómez, Arena + Perlita con solución nutritiva Castro – Burciaga. Las variables evaluadas son Altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm), firmeza (kg), sólidos solubles (°Brix), vitamina C (mg/100g), peso fresco de la planta (g), peso seco de la planta (g), peso fresco de raíz (g), peso seco de raíz (g), longitud de raíz, número de frutos y rendimiento (g). Los resultados mostraron que el crecimiento bajo el sustrato de Fibra de coco, así como la solución de Steiner presentan un impacto positivo para el cultivo del chile habanero.

Palabras clave: Calidad, Solución nutritiva, Fibra de coco, Arena, Perlita

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales regiones en la república mexicana que se encarga de cultivar el chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es la península de Yucatán, zona que concentra aproximadamente el 80% de la producción nacional en México. Esta actividad se lleva a cabo en una superficie que varía entre 750 y 950 hectáreas (Meraz et al., 2018).

En el país de México, el cultivo de chile tiene un impacto significativo tanto en el ámbito económico como en el social, ya que representa una actividad agrícola destinada, en gran medida, a la exportación (Marina et al., 2024).

La variedad del género *Capsicum*, se encuentra la especie del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) que ha sobresalido por su tan elevada concentración de capsaicina dentro de sus frutos. Los capsaicinoides que son los responsables de ese sabor picante, se ha hecho de una gran importancia para el consumo de la población como también en diferentes áreas de producción industrial, medicina, cosmética y en las pinturas (Díaz-Morales et al., 2024).

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es un cultivo de relevancia económica, ya que se consume tanto en su estado fresco como en la producción de diversos productos industriales y de usos medicinales (Sosa-Pech et al., 2019).

Por otro lado, el cultivo hidropónico de chile habanero es una técnica innovadora en la que las plantas se desarrollan en soluciones nutritivas, ya sea con o sin la utilización de sustratos o tierra. Este método favorece un incremento en el rendimiento del cultivo de chile habanero (Rodríguez et al., 2024).

El elemento del nitrógeno es muy importante en las plantas de chile, que forma parte de procesos muy importantes como en la producción de proteínas y enzimas, también ayuda en el proceso de la fotosíntesis, respiración y en la producción de clorofila (Ramírez-Vargas et al., 2019).

Para poder garantizar un buen desarrollo para cualquier cultivo hortícola y poder obtener un producto de calidad, es esencial tener una buena aplicación de fertilizantes equilibrados. Una buena dosis tanto de micronutrientes y macronutrientes, con el ajuste de requerimientos nutricionales específicos de la planta, esto no solo limita el uso de fertilizantes, sino que también reducirá costos y cuidará de los daños ambientales (Yousaf et al., 2017).

OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de diferentes soluciones nutritivas y dos sustratos en el rendimiento y calidad de chile habanero bajo condiciones de invernadero.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar la producción agronómica y calidad de chile habanero con el uso de diferentes soluciones nutritivas.
- Determinar la influencia en rendimiento y calidad de chile habanero con dos sustratos bajo condiciones de invernadero.

HIPÓTESIS

Al menos una solución nutritiva y un sustrato tendrán efecto en la producción y calidad de chile habanero bajo condiciones de invernadero.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen e historia del chile habanero

Las pruebas sugieren que el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) llegó a México desde Cuba a través de la Península de Yucatán, este hecho que se respalda por la ausencia de un nombre maya para esta especie, a diferencia de lo que ocurre con otras (Lazo et al., 2020).

México es el principal país con la mayor diversidad genética de la especie *Capsicum*, gracias a los diferentes climas y suelos que tiene este país ya que es un buen lugar para el buen crecimiento de esta especie, pero algo muy importante es a las diferentes prácticas tradicionales que tienen los pocos productores seleccionando las semillas de los frutos ya seleccionados de las plantas nativas (Borges-Gómez et al., 2010).

2.2 Importancia del cultivo de habanero

El cultivo del chile habanero tiene una infinita variedad de usos en la industria química, alimentaria y farmacéutica esto se debe a su alto contenido nutricional y terapéuticas (Tucuch-Haas et al., 2022).

El cultivo de chile habanero tiene una importante demanda tanto en el área comercial y económica, esto se debe a su alta demanda de consumo en fresco y en su uso de industrialización, gracias a su alto contenido de capsaicina, ya que este se utiliza en la industria química y medicinal (Luna-Fletes et al., 2021).

2.2.1 Producción Nacional

Esta hortaliza es cultivado en los estados de Yucatán con una densidad de 188.24ha, Tabasco con una densidad de 248.75 ha, Campeche 154.00 ha, Quintana Roo 94.93 ha, Nayarit 68.50 y Sinaloa 296.00 ha (Javier-López et al., 2022).

En el año 2020 el país de México produjo 21.973 toneladas de chile habanero, del cual los estados involucrados fue Sinaloa, Yucatán, Campeche, Tabasco y Quintana Roo con un 72%, el estado de Chiapas se obtuvo una producción de 1.523 toneladas que representa el 6% de la producción nacional (Aguilar Jiménez et al., 2024).

2.2.2 Producción mundial

Se destacan diferentes países productores de chile verde, los cuales son China, Indonesia, Turquía, España, Estados Unidos y el país de Nigeria (Compartido, 2017).

2.3 Características botánicas del cultivo de chile habanero

Sistema radical

Posee una raíz principal pivotante y un sistema de raíces extenso y bien desarrollado, cuyo tamaño varía según la edad de la planta (Puc et al., 2020).

Tallo

La planta de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq*) cuenta con un tallo grande y robusto, que generalmente forma 3 tallos en la primera bifurcación, los cuales continúan ramificándose a medida que va pasando el tiempo en la planta (Puc et al., 2020).

El tallo que maneja esta planta es ancho, duro y fuerte, con la capacidad de sostener todo el crecimiento de la planta, tiene un crecimiento semi indeterminado dependiendo del manejo que le demos a este cultivo (Balam, 2018).

Hoja

La planta se caracteriza por tener hojas se superficie lisa, con una disposición alterna a lo largo del tallo, lo cual nos ayudara al momento de la captación lumínica (Ruiz-Lau et al., 2011).

La planta del chile habanero maneja hojas ovaladas que pueden llegar a medir 12cm de largo y 4.5cm de ancho, su peciolo puede llegar a medir de 1.5cm a 3cm de largo (INTAGRI, 2020).

Flor

La planta del chile habanero maneja unas flores de tonalidad blanca, las cuales pueden observarse agrupadas en racimos que pueden alcanzar hasta seis unidades (Ruiz-Lau et al., 2011).

Fruto

La planta de chile habanero maneja unos frutos que pueden medir entre 2,40 y 2,85cm de ancho, de largo puede llegar de 6,10 a 9,20cm, pueden ser de una textura lisa o arrugada y pueden llegar a tener un peso de 14 a 18g, los colores del fruto de la planta de chile habanero pueden ser variados entre ellos amarillo, rojo, café y verde (Kumar et al., 2022).

Semilla

Las semillas del (*Capsicum chinense Jacq.*) son localizadas en la placenta son de un tamaño reducido, con una textura lisa y son pequeñas, con una cubierta (testa) que maneja unos tonos entre café claro a oscuro, el tiempo de germinación de estas semillas es aproximadamente de ocho a quince días (CARRILLO, 2019).

2.4 Clasificación taxonómica del chile habanero

Nombre común	Chile Habanero
Nombre científico	<i>Capsicum chinense Jacq.</i>
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Genero	<i>Capsicum L</i>
Especie	<i>C. chinense Jacq.</i>

Tabla 1 (Laynes et al., 2019).

2.5 Requerimientos edafoclimaticos

Suelo

El suelo ideal para el cultivo de chile habanero se caracteriza por tener una textura franco limosa, baja densidad aparente y alta porosidad, lo que favorece la aireación y el drenaje. Presenta un pH que va de neutro a alcalino, con una ligera salinidad. Además, cuenta con un alto contenido de materia orgánica, concentraciones elevadas

de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y calcio (Ca), así como niveles medios a altos de magnesio (Mg) (Menendez Olivares et al., 2024).

La planta del chile habanero es adaptable a distintos tipos de suelo, pero necesita de suelos profundos, tipo de suelo franco con una salinidad baja y necesita un pH entre 6.5 a 7 (INTAGRI., 2022)

Climáticos (Temperatura y Humedad Relativa)

La temperatura óptima para el buen desarrollo de la planta de chile habanero es de 20°C a 28° C (Romero Lozada, 2018).

El rango de humedad relativa ideal para su crecimiento oscila entre el 55% y el 90% de humedad (Romero Lozada, 2018).

Riego

El chile habanero es un cultivo que no tolera bien el exceso ni la escasez de agua, por lo que requiere un suministro de riego que varíe entre 750 y 1000 mm para lograr una producción óptima y rendimientos elevados (Juárez et al., 2020).

Nutrición

En la especie *Capsicum* la escasa suministración de Nitrógeno puede afectar en el rendimiento del fruto, afectando así el proceso de formación de nuevos tejidos reproductivos y Vegetativos, toda planta de la especie *Capsicum* tendrá poca producción de flores pero tendrá mayor peso en sus frutos (López-Puc et al., 2020).

El cultivo del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) tiene una alta exigencia de los elementos de Nitrógeno, Fosforo y Potasio, que se ha demostrado que la correcta suministración de estos elementos esenciales que requiere la planta, ha demostrado buenos rendimientos y sobre todo calidad (Sajuan et al., 2024).

2.6 Plagas y enfermedades en el cultivo de chile habanero

Principales plagas

Nombre común: Mosquita blanca

Nombre científico: (*Bemisia tabaci* Genn.) pertenece al orden Hemiptera y a la familia Aleyrodidae.

Daño.

La mosquita blanca es sus etapas de adulta y de ninfa, se alimenta de la savia de las plantas, debilitándolas y reduciendo toda su producción. Además de que sus excreciones azucaradas fomentan el crecimiento de hongos, que a su vez invaden las hojas y así evitando la fotosíntesis y afectando su crecimiento de la planta.

Control.

Para el control de esta especie, los ingredientes más efectivos pertenecen al grupo químico de los neonicotinoides, como Imidacloprid, Tiametoxam, Acetamiprid y Dinotefuran. También se recomienda el uso de Flupyradifurone, perteneciente al grupo de los butenólidos. Además, se pueden emplear bloqueadores selectivos de alimentación, como Pymetrozina y Flonicamida, que resultan igualmente eficaces para su manejo.

Nombre común: Picudo del chile

Nombre científico: (*Anthonomus eugenii* Cano) pertenece al orden Coleoptera y a la familia Curculionidae.

Daño: la principal afectación es causada por la larva, que se alimenta de la placenta, las semillas y el tejido interno del fruto. Esto provoca deformaciones y manchas en las semillas. Además, los frutos afectados adquieren un tono amarillento y maduran antes de tiempo.

Control.

Los reguladores de crecimiento, como Diflubenzuron y Novaluron, han demostrado ser efectivos. Además, existen insecticidas de amplio espectro, como los piretroides Lambda-cyhalothrin, Zeta-cypermethrin y Beta-cyfluthrin. Otro grupo de insecticidas utilizados son los neonicotinoides, entre los que se encuentran Imidacloprid, Thiamethoxam, Acetamiprid y Dinotefuran.

Nombre común: Pulgón verde

Nombre científico: (*Myzus persicae* Sulz.) pertenece al orden Homoptera y a la familia Aphididae.

Daño.

La principal problemática de esta especie, tanto como las ninfas y adultos extraen la savia de los brotes y así debilitando a la planta, sus excreciones azucaradas producen un hongo llamado fumagina, que afecta con el proceso de la fotosíntesis.

Control.

El control químico del pulgón verde incluye el uso de insecticidas neonicotinoides como Imidacloprid, Thiamethoxam, Acetamiprid y Sulfoxaflor. También se pueden emplear compuestos como Pimetrozine y Flonicamid. Además, el derivado de ácidos tetrónicos, Spirotetramat, ha demostrado ser una opción eficiente en el manejo de esta plaga.

Nombre común: Minador de la hoja

Nombre científico: (*Liriomyza spp.*) pertenece al orden Diptera y a la familia Agromyzidae.

Daño.

La larva del minador forma galerías entre las superficies superior e inferior, afectando principalmente a las hojas inferiores e intermedias. En casos de infestaciones severas, puede causar defoliación, dejando los frutos expuestos a quemaduras solares.

Control.

Los insecticidas más efectivos para el control del minador de la hoja incluyen el regulador de crecimiento Cyromazina, así como las spinosinas Spinosad y Spinetoram. Además, productos como Abamectina y Clorantraniliprol también han demostrado ser eficaces en su manejo.

Principales enfermedades

El **Damping off** o secadera es una enfermedad causada por diversos patógenos del suelo, como Phytophthora, Pythium, Fusarium y Rhizoctonia.

Daño.

La marchitez es una enfermedad grave para los productores de Chile, ya que puede causar el marchitamiento y muerte de entre el 5% y el 80% de las plántulas en vivero o plantas recién trasplantadas. Esto provoca pérdidas considerables, especialmente en condiciones de alta humedad y mal drenaje.

Control:

El control del Damping off puede lograrse mediante la desinfección del sustrato y las charolas del semillero con cloro comercial al 5%. También es fundamental evitar siembras de alta densidad que reduzcan la aireación y favorecer el uso de semillas desinfectadas y libres de patógenos para minimizar el riesgo de infección.

Enfermedad: **Antracnosis del chile**

Patógeno: *Colletotrichum gloeosporioides*

La antracnosis es una de las principales enfermedades que afectan al chile habanero en la etapa de poscosecha, aunque también puede manifestarse en plantas en campo.

Control:

El uso de variedades resistentes puede ayudar a reducir las pérdidas causadas por la antracnosis, además de disminuir los costos asociados con la implementación de métodos de control mecánico y la aplicación de agroquímicos. Esta estrategia es una alternativa eficiente y sostenible para el manejo de la enfermedad (Rodríguez Buenfil et al., 2020).

2.7 Requerimientos nutricionales chile habanero

Soluciones nutritivas para chile habanero

El cultivo del chile habanero muestra variaciones en su nutrición dependiendo de la etapa fenológica del cultivo. Se han analizado tres concentraciones de nitrato durante la fase vegetativa (10 y 14 meq L⁻¹), combinadas con tres proporciones de nitrato, fosfato y sulfato en la etapa de floración (14:1.25:4.75, 12:1:7 y 14:1.25:4.75 meq L⁻¹). Además, se evaluaron tres relaciones de nitrato y potasio en la fase de fructificación (14:5, 14:5 y 12:7 meq L⁻¹) (López-Gómez et al., 2017).

Relaciones entre cationes y aniones en chile habanero

Existe poca información disponible sobre el tema de soluciones nutritivas para el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq*) en invernaderos. Los resultados demuestran que una relación de 0% NH₄⁺ y 100% de NO₃⁻ va a mejorar tanto la calidad de los frutos como también su rendimiento.

Se han hecho investigaciones de las cuales se demuestra que el cultivo de chile habanero puede nutrirse según su etapa fenológica, se evaluaron tres niveles de nitrato en la etapa vegetativa (10, 12 y 14 meq L⁻¹), combinados con proporciones de nitrato: sulfato en floración (14: 1.25: 4.75, meq L⁻¹) y con tres proporciones nitrato: potasio en fructificación (14:5, 14:5 y 12:7 meq L⁻¹) (López-Gómez et al., 2020).

2.8 Producción en sustrato

Sustratos para producción de chile

Fibra de coco

Este material ligero, obtenido como residuo de la industria textil a partir de las fibras del mesocarpio del coco, tiene una gran capacidad de retención de agua (hasta tres o cuatro veces su peso) y una porosidad superior al 94%, lo que favorece la aireación y oxigenación de las raíces. Su pH ligeramente ácido varía entre 5,5 y 6,5, un rango óptimo para la mayoría de cultivos (Castorena et al., 2014).

Arena-perlita

La arena poder servir como un buen sustrato ya que es parcialmente inerte y de así cumple con una buena función, la arena contiene pequeños minerales que pueden aportar algunos nutrientes. La arena maneja una densidad de 1,6 g/cm³, también maneja una porosidad del 37% y tiene una conductividad hidráulica de 10,5 cm/h, la arena ayuda en tener un buen drenaje, buena ventilación y baja humedad para compactar.

La perlita también puede ser utilizada como un sustrato ya que es un material estéril que maneja un pH de un rango de 7.0 y 7.5 y maneja un peso ligero, aproximado de 0.095 g/cm³. Es recomendable usar perlita de un tamaño aproximado de 1.58 y 3.18 mm. La perlita tiene una capacidad de retención de hasta cuatro veces su peso en agua, la perlita tiene una escasez de capacidad de intercambio iónico y tiene una baja concentración de nutrientes (Castorena et al., 2014).

Peat-moss y perlita

La turba (Peat moss) se forma por la descomposición parcial de musgos y otras plantas en ambientes con exceso de agua y poco oxígeno. Este sustrato destaca por su gran capacidad de retención de agua, pudiendo absorber más del doble de su peso. Aunque la acidez varía según su origen, generalmente es bastante ácido, pero el pH se puede corregir fácilmente añadiendo cal (Castorena et al., 2014).

Ventajas y desventajas de los sustratos

Ventajas.

La hidroponía presenta varios beneficios, ya que, al no depender del suelo, permite el cultivo y la recolección de flores, hierbas, hortalizas o frutos de forma higiénica y fresca. Gracias a este método, las plantas muestran un aspecto más saludable, sin descuidar los principios de la agricultura tradicional (Avendaño Lopez, 2024).

Desventajas.

Entre las desventajas de esta técnica se encuentra la necesidad de un manejo más preciso y cuidadoso. Dado que el sistema es de recirculación, los nutrientes están en movimiento constante, lo que exige monitorear que todas las plantas reciban la cantidad adecuada de nutrientes y que el flujo de la solución sea óptimo para garantizar resultados satisfactorios (Albuja et al., 2021).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en febrero del 2024 en el Invernadero 1 del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Unidad Laguna), ubicada en la ciudad de Torreón, Coah, México, a 25° 33' 26" latitud norte y 103° 22' 21" latitud oeste, a una la altitud aproximada de 1 120 msnm.

3.2 Acondicionamiento del terreno

Se acondiciono y limpio el área experimental y se colocaron bolsas rellenas de arena + perlita en una proporción de 50 y 50, también se colocaron "bolis" de fibra de coco con las siguientes características: 70% fibra de coco y 30% polvillo de coco.

3.3 Material vegetal y siembra

Como material vegetal se utilizaron semillas híbridas de chile habanero (Chile Habanero Canek F-1) de la casa semillera KristenSeed. La siembra se llevó a cabo directamente en charolas de 200 cavidades de poliestireno. Una vez que las plántulas alcanzaron una altura de 15cm, se procedió con el trasplante a las bolsas negras con arena + perlita y a los "bolis" con fibra de coco.

3.4 Sistema de riego

Se utilizó un sistema de fertirrigación con goteros tipo L por estacas, utilizando una manguera perforada a 25 cm de distancia entre orificios, donde se colocó la piqueta de riego en cada uno de los espacios donde se encontraba la planta tanto como en bolsas negra con arena + perlita y en bolis de fibra de coco.

3.5 Manejo del cultivo

Trasplante

La plántula debe contar con las hojas verdaderas por un mejor manejo y una altura de por lo menos 15cm,

Antes de iniciar con el trasplante, se realizaron lavados a los "bolis" de fibra de coco, esto con la finalidad de bajar la conductividad eléctrica de origen (3.008 $\mu\text{S/cm}$), para así poder obtener una conductividad eléctrica de (1.004 $\mu\text{S/cm}$).

Y finalmente fueron trasplantadas en bolsas negras de 15L con una mezcla de arena + perlita, y en los bolis de fibra de coco, se trasplantaron 56 plantas, 30 en bolsas negras y 26 plantas en bolis con fibra de coco.

Tutoreo (envarado)

Este un método que consiste en guiar a las plantas, con el fin de evitar que las plantas queden expuestas sobre el suelo, con ayuda de rafia, se va a colocar en las estacas, y se va a poner en medio la planta, para que se encuentre firme.

El cultivo de chile habanero, alcanza una gran altura, por lo cual en este experimento se utilizó la rafia guiando a la planta verticalmente con anillos desde un inicio del tallo para poder sostenerla bien y con la rafia ir enredando el tallo de toda la planta para poder sostenerla.

Poda

Se realizó una poda de crecimiento para poder estimular a la planta y acelerar su crecimiento, el otro tipo de poda que también se le realizó es la eliminación de hojas grandes y viejas.

Control fitosanitario

Cuando se realizaron los monitoreos se detectaron presencia de plagas, por lo cual fue necesario realizar aplicaciones de productos fitosanitarios (Tabla 2).

Dentro del cultivo investigado se detectó la presencia de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) desarrollando los síntomas típicos ya una vez en la planta, también se detectó la presencia de pulgón verde (*Myzus persicae*) y también semanas después del trasplante se detectaron síntomas de virosis en las plantas que estuvieron en fibra de coco, que también en investigaciones anteriores con ese sustrato se presentaban dichos síntomas por mal desinfección antes de utilizar el sustrato, por obvias razones, se hizo un control fitosanitario en el que se aplicaron productos químicos como fungicidas y bactericidas para poder eliminar estos dichos síntomas (tabla 2).

Tabla 2 Productos fitosanitarios aplicados para control de plagas y enfermedades

Función	Ingrediente Activo	Nombre comercial	Dosis
Control efectivo contra insectos y ácaros	Deltametrina	Deltapyr	1.5ml/L

Control efectivo contra insectos y ácaros.	Dietil (dimetoxifosfinotioilto) Succinato	Malathion	1.5ml/L
Control efectivo contra hongos	Dimetomorf	Acrobat CT	1.5ml/L

3.6 Descripción de los tratamientos

En el cultivo de chile habanero se llevaron a cabo aplicaciones de 6 tratamientos

Steiner	20 L a 100%	López Gómez	20 L a 100%	Castro Burciaga	20 L a 100%
CaNO ₃	12.8g	CaNO ₃	12.8g	CaNO ₃	12.8g
KNO ₃	7.8g	KNO ₃	7g	KNO ₃	6g
MgNO ₃	3.2g	MgNO ₃	8.2g	MgNO ₃	8.2g
MgSO ₄	12.2g	K ₂ SO ₄	11.6g	K ₂ SO ₄	13.4g
HNO ₃	12ml	HNO ₃	1.6ml	HNO ₃	0.8ml
H ₂ PO ₄	1.2ml	H ₂ PO ₄	0.8ml	H ₂ PO ₄	1.4ml

Tabla 3 Descripción de tratamientos aplicados

Tratamiento	Sustrato	Solución nutritiva
T1	Fibra de coco	Steiner
T2	Fibra de coco	López - Gómez
T3	Fibra de coco	Castro - Burciaga
T4	Arena + Perlita	Steiner
T5	Arena + Perlita	López - Gómez
T6	Arena + Perlita	Castro - Burciaga

Tabla 4 Especificación de los tratamientos

3.7 Variables agronómicas evaluadas

Altura de planta: Se utilizó una cinta métrica que se colocara desde la base del tallo hasta la punta del ápice de la hoja más alta.

Diámetro de tallo: Para tomar estas medidas se llevó a cabo con un vernier que nos ayuda a medir grosor del tallo, desde la parte más baja posible que es donde está más grueso.

Firmeza: Para poder tomar estas medidas, se utilizó un penetrómetro, con una puntilla de 3mm, se insertó en un punto medio del fruto para así poder obtener la firmeza en Kg/cm.

Solidos Solubles (°Brix): Se utilizó un refractómetro para poder sacar esta variable, se tomará un fruto y se le procede hacer una pequeña disección para extraer jugo y ponerlo en el lente del refractómetro el cual dará el valor en grados brix.

Vitamina C: Para poder sacar la variable de la Vitamina C, primero debemos de pesar 20gr de muestra fresca del fruto y colocarlo en un mortero.

Agregar 10 ml de HCL al 2% y macerar cuidadosamente hasta obtener una consistencia de papilla de bebe.

Agregar 100 ml de agua destiladas para homogenizar.

Filtrar el contenido del mortero a través de una gasa, recibir el filtrado en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y medir el volumen exacto.

Tomar una alícuota de 10 ml de filtrado y colocarlos en un matraz Erlenmeyer de 125. Llenar la bureta con el reactivo de thielman.

Titular la alícuota hasta la aparición de una coloración rosa que no desaparezca durante 30 segundos y anotar el volumen que se gastó.

Calcular el contenido de vitamina C presente en la muestra mediante la siguiente formula:

$$\text{Calculo } \text{Mg /100gr} = \frac{\text{ml gastados de reactivo de thielman} \times 0.088 \times V_T \times 100}{V_a \times P}$$

Peso fresco de planta: Se extrae la planta (tallo, ramas, hojas) para poder pesarlo en una báscula digital para sacar esta variable.

Peso seco de planta: Ya una vez extraída la planta (tallo, ramas, hojas) se procede a secar en una estufa secadora a 70° por 24 horas en bolsas de papel.

Peso fresco de raíz: Se extrae solamente la raíz de la planta y se pesa en una báscula digital para sacar esta variable.

Peso seco de raíz: Ya una vez extraída la raíz se mete en una estufa secadora a 70° por 24 horas en bolsas de papel.

Longitud de raíz: Se toma de la base del tallo hasta la punta radical final para poder sacar esa variable.

Número de frutos: En cada corte (cosecha) se contabilizaron los frutos por cada tratamiento y repetición y los datos se ingresaban en la bitácora.

Rendimiento: Se obtuvo a partir del peso total de los frutos y dividiendo por el número de plantas con las que contaba la unidad experimental

3.8 Análisis estadístico

Se empleó un diseño experimental con bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. El programa estadístico utilizado para realizar el análisis de varianza (ANVA) fue SAS 9.1 y se realizó la prueba de comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de planta

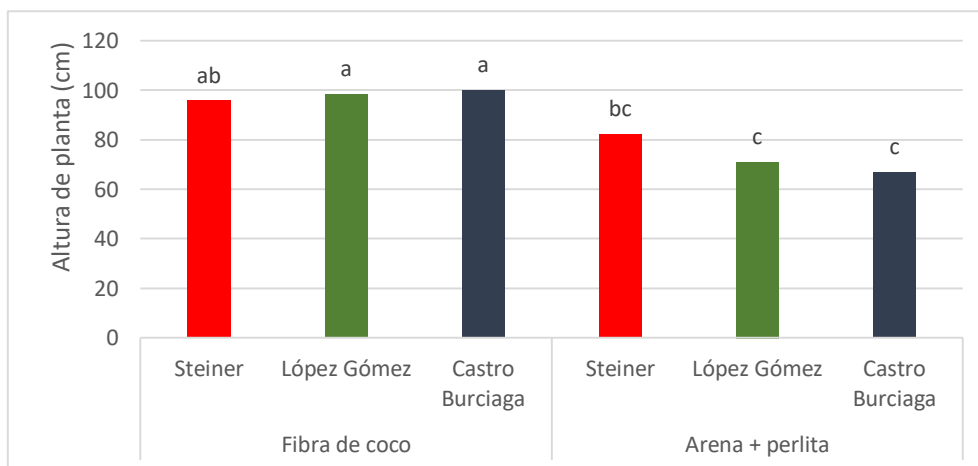


Figura 1. Altura de planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable altura de planta (Figura 1) podemos observar que hubo diferencias significativas entre los tratamientos, sobresaliendo con mayor altura de planta, las que fueron sembradas en fibra de coco; superando en 16.54, 38.59 y 49.10% la altura promedio obtenida en las soluciones de Steiner, López - Gómez y Castro - Burciaga sembradas en arena + perlita respectivamente.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por Tucuch-Hass et al., (2012) quienes, al evaluar fibra de coco en diferentes proporciones, no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, para altura de planta.

4.2 Diámetro de tallo.

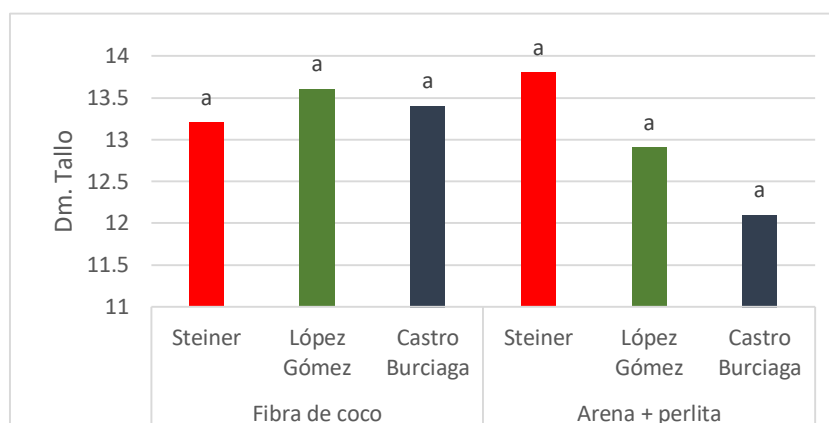


Figura 2. Diámetro de tallo de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable diámetro de tallo de la planta (Figura 2) podemos observar que no hubo diferencias significativas, sin embargo, se demuestra que las plantas que estuvieron sembradas en fibra de coco tiene una ligera superioridad Steiner con un 4.54%, López Gómez con un 5.42% y Castro Burciaga con un 10.47%

Estos resultados coinciden con lo obtenido por Llamas Rodríguez et al., (2024) quienes, al evaluar con fibra de coco en diferentes proporciones, no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable de Diámetro de tallo

4.3 Firmeza de fruto kg

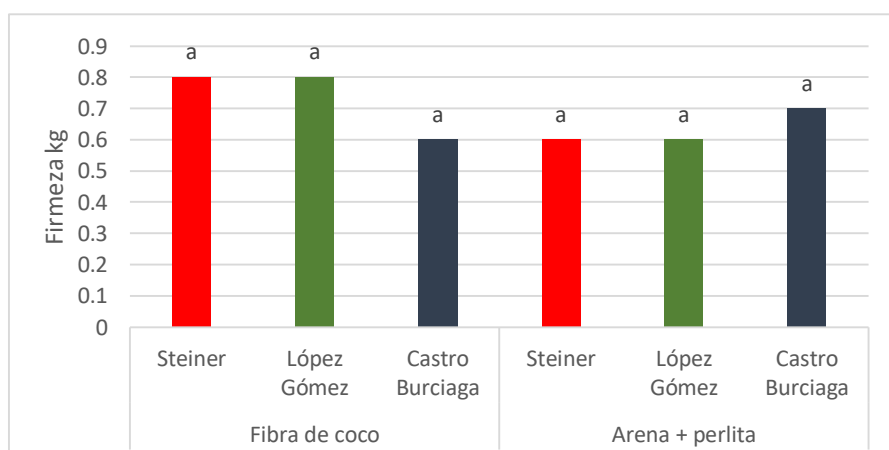


Figura 3. Firmeza kg de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.

Los resultados obtenidos de acuerdo a los análisis que se hicieron para la variable firmeza de los frutos (Figura 3) podemos observar que no hubo diferencias significativas sin embargo los frutos que están en el sustrato de fibra de coco la solución Steiner destaca con una firmeza de 33% y a su vez la solución de López Gómez también con una firmeza con el 33% y Castro Burciaga con un 16.66%

Estos resultados coinciden con lo obtenido por (Díaz, 2014) quien evaluar la calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con la aplicación de fertilizante foliar (Mastergrow) en invernadero, no encontró diferencias significativas entre los tratamientos para la variable de firmeza

4.4 Sólidos solubles (° Brix).

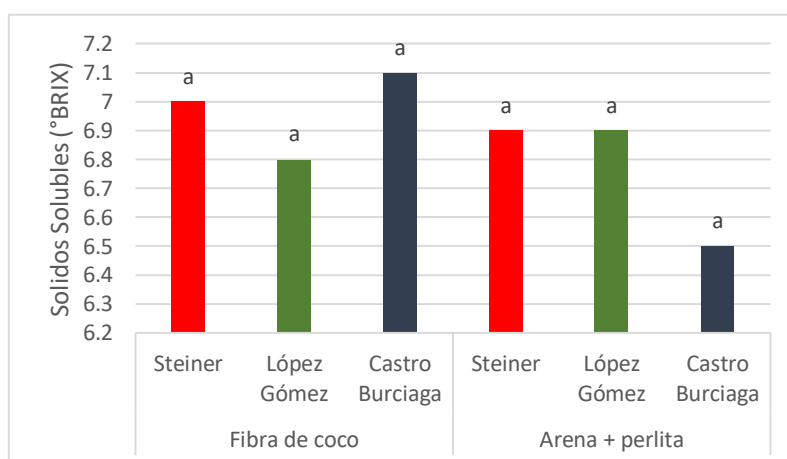


Figura 4. Sólidos solubles (°Brix) de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.

De acuerdo al análisis de varianza y los resultados obtenidos en los sólidos solubles totales (°Brix) (Figura 4), podemos observar que no hubo diferencias significativas, sin embargo la solución nutritiva de Castro Burciaga en fibra de coco, los frutos presentan una ligera superioridad de los demás con un 9.23%

Estos datos coinciden con lo obtenido por (Godínez, 2023) quien evaluó 8 diferentes genotipos de chile habanero, no encontraron diferencias significativas entre sus tratamientos aplicados

4.5 Vitamina C (mg/100g).

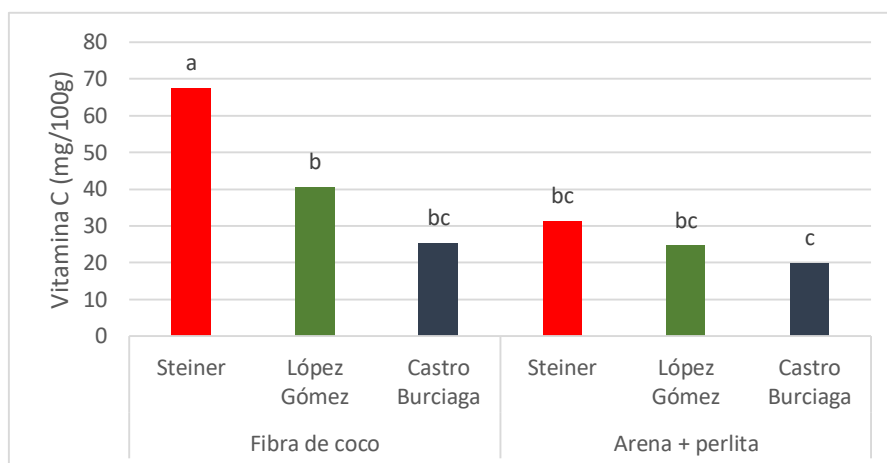


Figura 5. Vitamina C de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable Vitamina C de los frutos (Figura 5) podemos observar que hubo diferencias significativas entre los tratamientos, sobresaliendo los frutos con mayor Vitamina C que fueron sembrados en Fibra de Coco; Steiner con un 115%, López Gómez con 64% y Castro Burciaga con un 27.77%. Estos resultados obtenidos coinciden con Ramírez et al., (2016) quien evaluó la prohexadiona de calcio (P-CA): una alternativa hormonal viable en chile habanero del cual hubo diferencias significativas en la aplicación de sus tratamientos.

4.6 Peso fresco de planta (g).

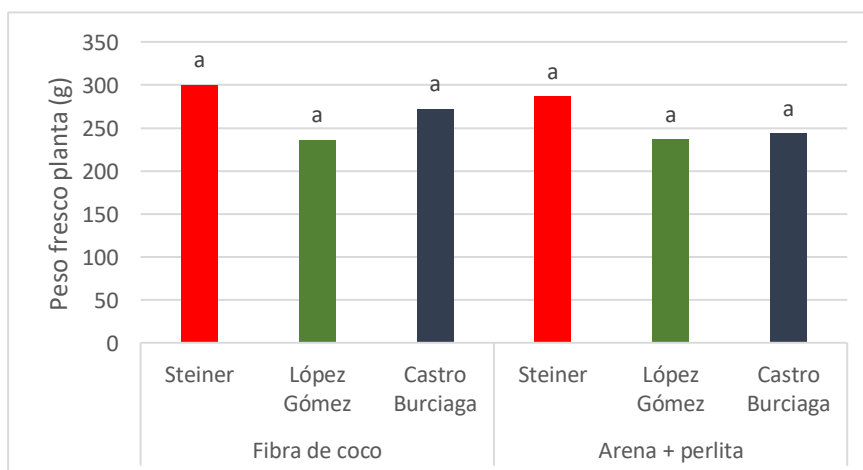


Figura 6. Peso fresco de la planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable peso fresco de la planta (Figura 6) podemos observar que hubo diferencias en cuanto a las plantas que estuvieron en el sustrato de fibra de coco con la solución Steiner tienen un mayor peso en diferencia los demás con un 4.71%

Estos datos coinciden con lo obtenido por (Banda, 2014) quien evaluó habanero bajo condiciones de casa sombra y acolchado de suelos con diferentes dosis de fertilización convencional, no encontró diferencias significativas entre los tratamientos aplicados combinación con biofertilizantes.

4.7 Peso seco de planta (g).

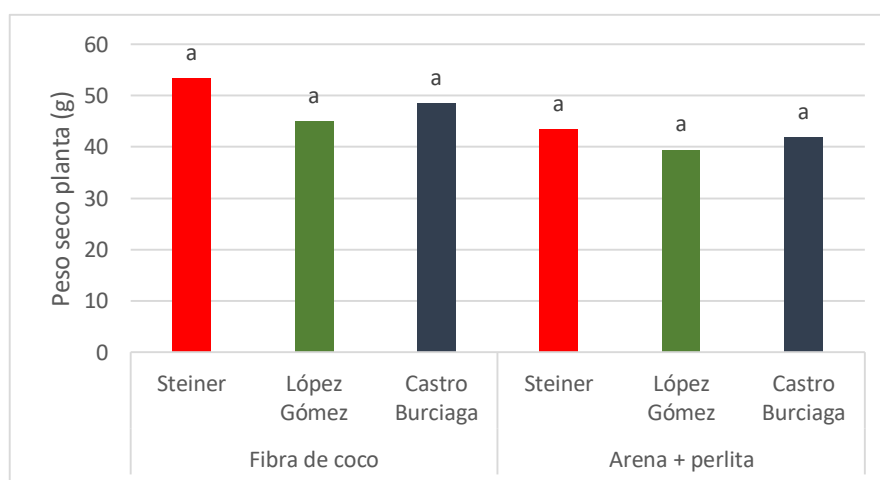


Figura 7. Peso seco de la planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable peso seco de planta (Figura 7) podemos observar que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, las plantas que estuvieron en fibra de coco demuestran que tienen un menor peso a diferencia de las de aren + perlita la solución Steiner destaca entre los tratamientos con un 22.98%

Estos datos obtenidos coinciden por (Zacarias, 2010) quien evaluó diferentes densidades de población, soluciones nutritivas en chile habanero, no encontró

diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en la variable peso seco de la planta.

4.8 Peso fresco de raíz (g).

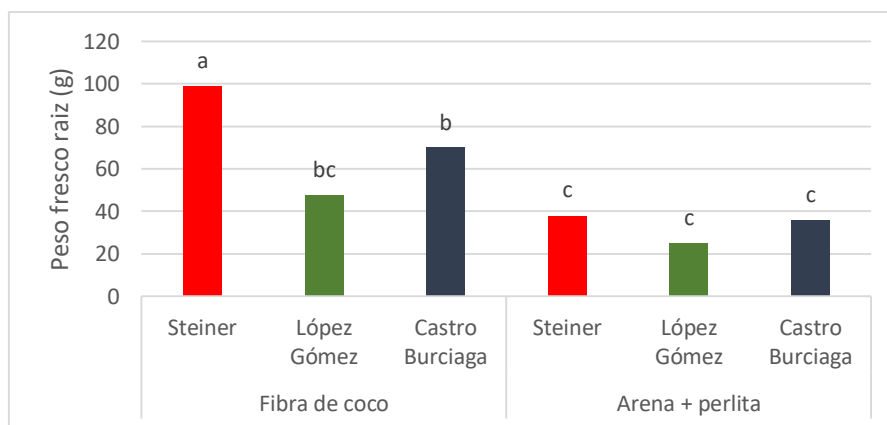


Figura 8. Peso fresco de raíz de la planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable peso fresco de raíz de la planta (Figura 8) podemos observar que hubo diferencias significativas entre los tratamientos, sobresaliendo con mayor peso las raíces que estuvieron en fibra de coco Steiner sobre sale por mucho con un 161.05%, López Gómez con un 90% y Castro Burciaga con un 94.44%

Estos datos coinciden con lo obtenido de (Mendoza, 2021) quien evaluó crecimiento, rendimiento y calidad de chile habanero (*capsicum chinense jacq.*) bajo condiciones de malla sombra de colores, si encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para el peso fresco de raíz

4.9 Peso seco de raíz (g).

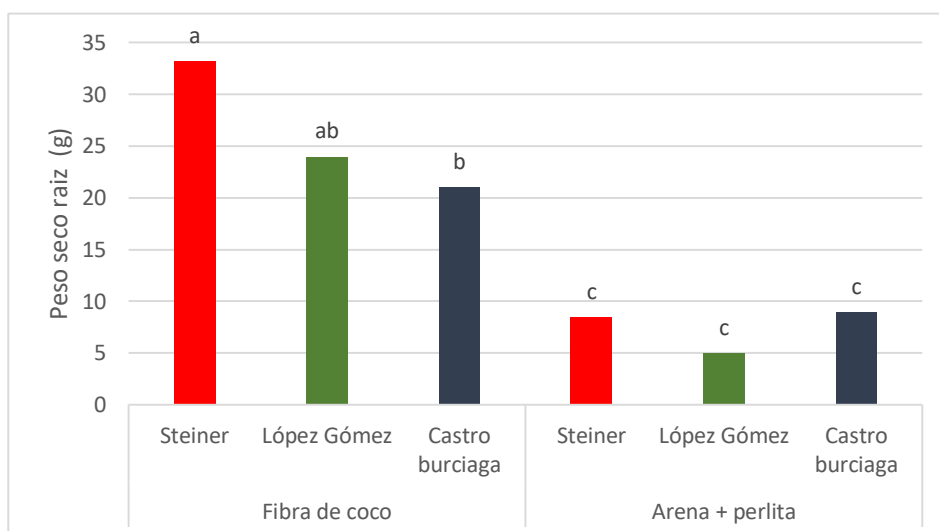


Figura 9. Peso seco de raíz de la planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable peso seco de raíz de la planta (Figura 9) podemos observar que hubo diferencias significativas entre los tratamientos, superando por mucho las raíces que estuvieron en fibra de coco, la solución Steiner lleva una bastante ventaja con un 290.58%, López Gómez 90%, y Castro Burciaga con un 133.33%

Estos resultados no coinciden con lo obtenido por (Pérez, 2016) quien evaluó y uso de un Húmato de Calcio y un Fúlvato de Fierro en la Calidad de Plántula de Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) ya que el no obtuvo diferencias significativas en la aplicación de sus tratamientos

4.10 Longitud de raíz (cm).

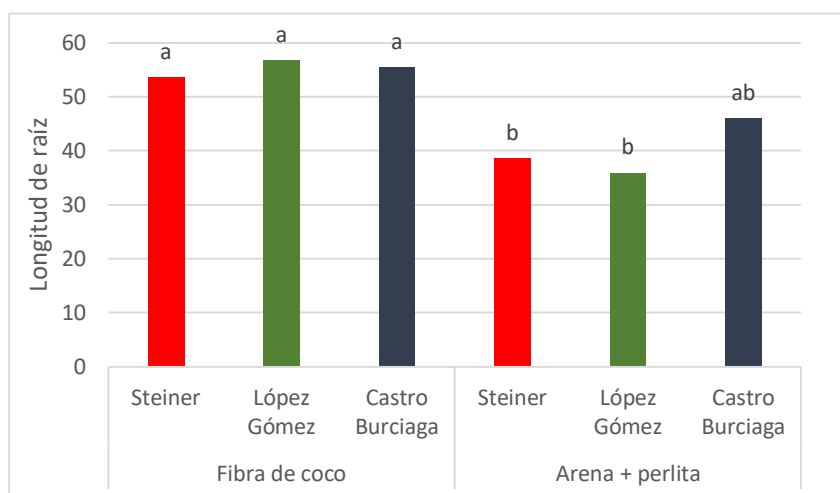


Figura 10. Longitud de raíz de la planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable Longitud de raíz de la planta (Figura 10) podemos observar que hubo diferencias significativas entre los tratamientos, las plantas que estuvieron en el sustrato fibra de coco sobre salen bastante a las que estuvieron en Arena + perlita, la solución de Lopez Gómez destaca con un 57.77%, la solución Steiner con un 38.75% y Castro Burciaga con un 20.65%.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por (Damián., 2016) quien evaluó evaluar el efecto de rastreo vegetales sobre el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense*. Jacq), si encontró diferencias significativas en la aplicación de sus tratamientos

4.11 Número de frutos.

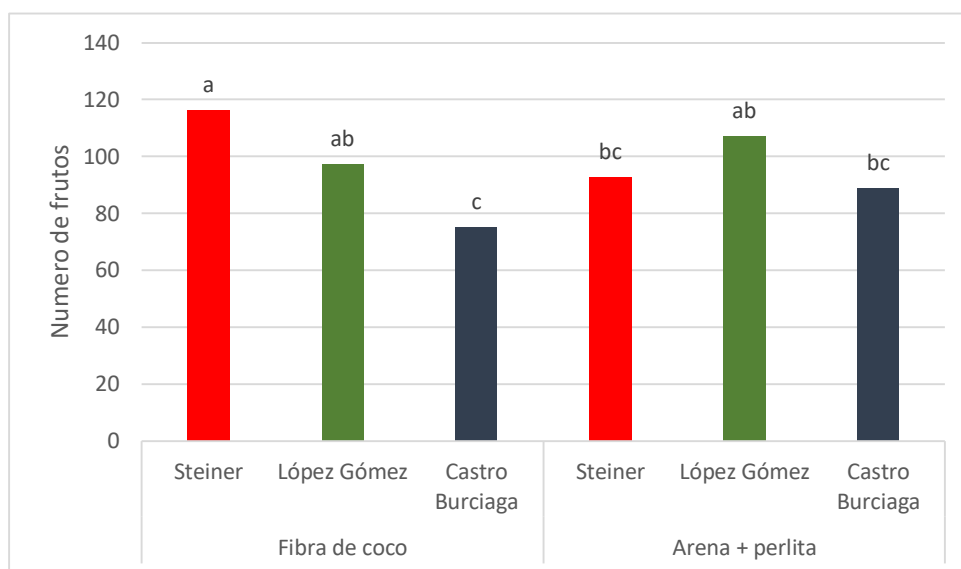


Figura 11. Número de frutos de la planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable Número de frutos de la planta (Figura 11) podemos observar que hubo diferencias significativas entre los tratamientos Fibra de coco y Arena + perlita, Steiner obtuvo un 25.59%, López Gómez obtuvo un 9.96% y Castro Burciaga un 18.66%

Estos resultados obtenidos coinciden por (García, 2017) quien evaluó efectos en la producción de *Capsicum chinense* causados por el sustrato Zeolita, si encontró diferencias significativas entre los tratamientos para la variable número de frutos.

4.12 Rendimiento.

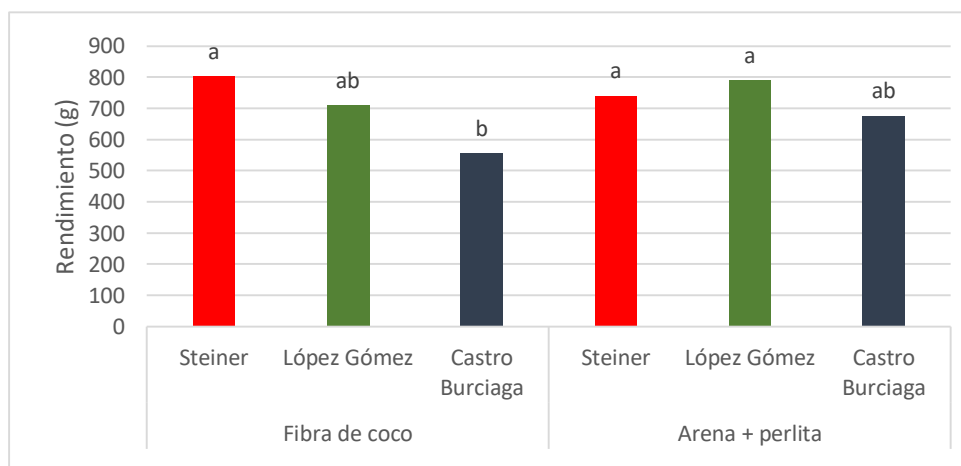


Figura 12. Rendimiento de la planta de chile habanero con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable de Rendimiento (Figura 12) podemos observar que hubo diferencias significativas entre los tratamientos Fibra de coco y Arena + perlita, la solución Steiner obtuvo un rendimiento de 8.52%, la solución de López Gómez obtuvo un 11.23% y Castro Burciaga un 22.06%

Estos resultados coinciden con lo obtenido por (CAMPOS, 2016) quien evaluó bajo dos distanciamientos entre hileras si encontraron diferencias significativas entre sus tratamientos aplicados

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos concluir que el uso de sustratos obtenemos diferencias significativas en el cultivo de chile habanero, para las variables evaluadas se demostró que la fibra de coco fue el sustrato que destaco en solidos solubles (°Brix), vitamina C, firmeza de fruto, altura de planta.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el uso de las soluciones nutritivas nos ayuda en el crecimiento, fertilización y dosificación de cada cultivo en específico, en la planta de chile habanero el uso de la solución universal (Steiner), demostró ser superior en las variables evaluadas de rendimiento, numero de frutos, y vitamina C.

6. REVISION BIBLIOGRAFICA

Aguilar Jiménez, C. E., Nandayapa Solís, F. A., Zapata Hernández, I., Galdámez Galdámez, J., Martínez Aguilar, F. B., & Vázquez Solís, H. (2024). Uso de enmienda orgánica y microorganismos eficientes en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Siembra*, 11(1).

Albuja, V., Andrade, J., Lucano, C., & Rodriguez, M. (2021). Comparativa de las ventajas de los sistemas hidropónicos como alternativas agrícolas en zonas urbanas. *Minerva*, 2(4), 45-54.

Avendaño Lopez, A. (2024). Comparativa entre unidades hidropónicas y convencionales de chile habanero en invernadero.

Balam, E. B. (2018). HEREDABILIDAD GENÉTICA DE GENOTIPOS COMERCIALES DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.). Obtenido de https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO_NEW/GEN_2016-2018/Emilia%20Beatriz%20Chal%C3%A9%20Balam.pdf

Banda, C. L. (2014). Producción Orgánica de Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) Utilizando Agroplasticultura en Condiciones de Casa sombra.

Borges-Gómez, L. C., Soria Fregoso, M., Reyes Oregel, V., & Villanueva Couoh, E. (2010). Capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición. *Terra latinoamericana*, 28(1), 35-41.

CAMPOS, L. R. (2016). CRECIMIENTO DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) BAJO DIFERENTE ESPACIAMIENTO ENTRE HILERAS EN LA COMARCA LAGUNERA. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/42420/LUCIA%20RANGEL%20CAMPOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carrillo, S. M. (2019). Análisis de expresión de genes que codifican a enzimas relacionadas con el estrés oxidativo en *Capsicum chinense* en respuesta a la infección por *Pythium ultimum*.

Castorena, M. V., Alonso, E., Valencia, C., Inzunza, M. A., López, A. R., Rodríguez, H. M., & Rodarte, D. C. (2014). Producción hidropónica de chile habanero en invernadero. México, DF Talleres de Carmona Impresores.

Compartido, F. d. (2017). Chile Habanero, con Denominación de Origen.

Damián., M. E. (2016). Evaluar el efecto de rastrojo vegetales sobre el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense*. Jacq). Obtenido de <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/3223/MDRPIBQ2016015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DÍAZ, J. L. (2014). Evaluar la Calidad de Chile Jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con la Aplicación de Fertilizante Foliar (Mastergrow) en Invernadero. Obtenido de [http://repositorio.uaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/1167/40048%20MORALES%20DIAZ%2c%20JORGE%20LUIS%20%20%20%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/1167/40048%20MORALES%20DIAZ%2c%20JORGE%20LUIS%20%20%20%20%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Diaz-Morales, M. N., Ramírez-Seañez, A. R., Palacio-Torres, R. E., Hernández-Hernández, H., & Clemente, J. A. (2024). Efecto de la fertilización foliar nitrogenada en la morfología del chile.

García, P. J. (2017). Efecto de la Aplicación Foliar de Nanopartículas de ZnO en Plantas *Capsicum chinense* (var. Ba'alche) en Condiciones de Hidroponía e Invernadero Utilizando Zeolita como Sustrato. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/43054/K%2065259%20Llanes%20Garc%c3%ada%20Pablo%20Josu%c3%a9.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Godinez, N. A. (2023). Evaluación Agronómica de Ocho Genotipos de Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) Bajo Invernadero. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/49103/K%2068342%20P%c3%a9rez%20Godinez%2c%20Nanci%20Andrea.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

INTAGRI. (2020). Tipos de Chiles Verdes. Serie Hortalizas, Núm. 19. Artículos técnicos de INTAGRI.

INTAGRI. (2022). Cultivo de Chile Habanero. Serie Hortalizas, Núm. 32. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.

Javier-López, L., Palacios Torres, R. E., Ramírez-Seañez, A. R., Hernández-Hernández, H., Antonio-Luis, M. D., Y.-T. J., & Chaires-Grijalva, M. P. (2022). Production of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) in vermicompost with organic fertilization. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 9(3).

Juárez, P., Vásquez Siller, L. M., Sánchez Aspeytia, D., López Benítez, A., & Camposeco Montejó, N. (2020). Efectos del parasitismo del virus del mosaico del tabaco (Tobacco mosaic virus, TMV) en el crecimiento y desarrollo de la planta de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Saltillo, Coahuila, México Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Kumar, R., Malik, A., & Kumar, S. (2022). Chilli (*Capsicum chinense* Jacq.) production and post-harvest management: An overview. *Pharma Inno. J*, 11(5), 752-756.

Laynes, F. G., & Machado, I. D. (2019). Identificación de transcritos de Receptores de Glutamato en etapas ontogénicas de flores y frutos de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferentes condiciones ambientales (Doctoral dissertation, Centro de Investigación Científica de Yucatán).

Lazo, R. E., & Garruña, R. (2020). The habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) As a study plant model in Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(1).

Llamas Rodríguez, D. D., Chan Cupul, W., García López, F. A., & Hernández Ortega, H. A. (2024). Rendimiento de dos híbridos de *Capsicum chinense* Jacq. en bolsas de cultivo con fibra de coco. *Avances En Investigación Agropecuaria*, 28, 43–54. <https://doi.org/10.53897/RevAIA.24.28.04>

López-Gómez, J. D., Villegas-Torres, O. G., Sotelo Nava, H., Andrade Rodríguez, M., Juárez López, P., & Martínez Fernández, E. (2017). Rendimiento y calidad del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) por efecto del régimen nutrimental. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(8), 1747-1758.

López-Puc, G., Rodriguez-Rodriguez, J. D., Ramírez-Sucre, M. O., & Rodriguez-Buenfil, I. M. (2020). Manejo agronómico y los factores que influyen en su crecimiento y desarrollo de las plantas del cultivo del chile habanero.

Luna-Fletes, J. A., Cruz-Crespo, E., Can-Chulim, Á., Chan-Cupul, W., Luna-Esquivel, G., García-Paredes, J. D., & Mancilla-Villa, O. R. (2021). Production of habanero pepper seedlings with organic and biological fertilization. *Terra Latinoamericana*, 39.

Marina-Clemente, J. A., & Díaz-Morales, M. N. (2024). Modelo SARIMA para pronosticar el precio de mercado del chile.

Mendoza, E. O. (2021). CRECIMIENTO, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) BAJO CONDICIONES DE MALLA SOMBRA DE COLORES. Obtenido de <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/3dc08285-07c2-4c41-a73e-c75cc017d242/content>

Menendez Olivares, G., & Quintana Chavez, J. (2024). EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO EN EL CULTIVAR DE CHILE HABANERO (*capsicum chinense*), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

Meraz, M. R., Cavazos, G. A., & Aguilar, R. M. (2018). Jaguar: cultivar de chile habanero para México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*.

Pérez, M. D. (2016). Uso de un Húmato de Calcio y un Fúlvato de Fierro en la Calidad de Plántula de Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8071/64051%20VAZQUEZ%20PEREZ%2c%20MANUEL%20DE%20JESUS%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Puc, G. L., SUCRE, M. O., & Buenfil, I. M. (2020). Manejo agronómico y los factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas del cultivo de chile habanero. In *Metabolómica y cultivo del chile habanero (Capsicum chinense Jacq) de la Península de Yucatán*.

Ramírez, H., Mendoza-Castellanos, J., V.-B. M., & Zermeño-González, A. (2016). La prohexadiona de calcio (P-CA): una alternativa hormonal viable en chile habanero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(3), 631-641.

Ramírez-Vargas, B. A., Carrillo-Ávila, E., Obrador-Olán, J. J., Coh-Méndez, D., Espinosa, A. M., & Aceves-Navarro, E. (2019). Aplicación del modelo simplificado para estimar dosis sustentables de fertilización fosforada en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Investigación y Ciencia*, 27(78), 23-33.

Rodríguez Buenfil, I. M., Ramirez Sucre, M. O., & Ramirez Rivera, E. D. (2020). *Metabolómica y Cultivo del Chile Habanero (Capsicum Chinense Jacq) de la Península de Yucatán*.

Rodríguez, D. D., Cupul, W. C., López, F. A., & Ortega, H. A. (2024). Rendimiento de dos híbridos de *Capsicum chinense* Jacq. en bolsas de cultivo con fibra de coco. *AIA avances en investigación agropecuaria*, 28(1), ágs-43.

Romero Lozada, M. D. (2018). Uso eficiente de nutrientes (NPK) en *Capsicum chinense* tipo Habanero y *Capsicum frutescens* tipo Tabasco (Doctoral dissertation).

Ruiz-Lau, N., Medina-Lara, F., & Martínez-Estévez, M. (2011). El chile habanero: su origen y usos. *Ciencia*, 63(3), 70-76.

Sajuan, M. L., Ramos, J. H., Magaña, J. J., Ordóñez, Y. B., & Basurto, J. H. (2024). Morfometría y rendimiento de *Capsicum chinense* Jacq. en Arteaga, Michoacán. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 15(6), 4.

Sosa-Pech, M. R.-S., Tun-Suárez, J. M., Pinzón-López, L. L., & Reyes-Ramírez, A. (2019). Germinación, crecimiento y producción de glucanasas en *Capsicum*

chinense Jacq. Inoculadas con *Bacillus* spp. Ecosistemas y recursos agropecuarios.

Tucuch-Haas, C. J., Alcántar-González, G., Ordaz-Chaparro, V. M., Santizo-Rincón, J. A., & Larqué-Saavedra, A. (2012). Producción y calidad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) con diferentes relaciones $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ y tamaño de partícula de sustratos. *Terra Latinoamericana*, 30(1), 9-15.

Tucuch-Haas, C. J., Cen-Caamal, J. C., Kancab-Uc, R. A., & Tucuch-Haas, J. I. (2022). Use of Aloe vera gel in *Capsicum chinense* seedlings production. *Biotechnia*, 24(1), 116-121.

Yousaf, M., Li, J., Lu, J., Ren, T., Cong, R., Fahad, S., & Li, X. (2017). Effects of fertilization on crop production and nutrient-supplying capacity under rice-oilseed rape rotation system. *Scientific reports*, 7(1), 1270.

Zacarias, R. M. (2010). Densidades de población, soluciones nutrimentales en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) cultivado en invernadero. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/2704/RAFAEL%20MARIN%20ZACARIAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>