



# UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

---

## INGENIERÍA AGRÍCOLA TROPICAL

EVALUACIÓN DE LAS FECHAS DE PODA DE  
YEMA APICAL, FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y DOS  
SISTRATOS EN CHILE HABANERO (*Capsicum  
chinense* Jacq.) BAJO INVERNADERO

### TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERA AGRÍCOLA TROPICAL

PRESENTA:

**ELI ELIZABETH LUIS RUIZ**

DIRECTORA DE TESIS:

**DRA. ANA ROSA RAMÍREZ SEÑEZ**

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO. 2021



# UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

---

*Campus Loma Bonita*

LA PRESENTE TESIS TITULADA “EVALUACIÓN DE LAS FECHAS DE PODA DE YEMA APICAL, FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y DOS SUSTRATOS EN CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) BAJO INVERNADERO”, PRESENTADA POR LA PASANTE ELI ELIZABETH LUIS RUIZ, BAJO LA DIRECCIÓN DE LA DRA. ANA ROSA RAMÍREZ SEÑEZ, HA SIDO APROBADA POR EL JURADO EXAMINADOR Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERA AGRÍCOLA TROPICAL**

**JURADO EXAMINADOR**

---

**DRA. ANA ROSA RAMÍREZ SEÑEZ**  
**DIRECTORA DE TESIS**

---

**DR. HIPÓLITO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**  
**REVISOR**

---

**DR. JOSÉ ANTONIO YAM TZEC**  
**REVISOR**

**LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO. 2021**



# Universidad del Papaloapan

FECHA:	05 de Octubre del 2021
ÁREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NÚMERO:	UNPA/VRA/084/2021
ASUNTO:	Autorización de Impresión de tesis.

**C. ELI ELIZABETH LUIS RUIZ  
P R E S E N T E:**

En base al artículo 120 del reglamento de alumnos, por medio de la presente se aprueba la impresión de la tesis titulada “EVALUACIÓN DE LAS FECHAS DE PODA DE YEMA APICAL, FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y DOS SUSTRATOS EN CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) BAJO INVERNADERO” así como la programación del examen profesional bajo la dirección de la Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente.  
terra ubérrima, mens aperta  
Bou Lo-tama, chi jí jú

  
\_\_\_\_\_  
MC. HÉCTOR LOPEZ ARJONA  
Vice-Rector Académico.



VICE-RECTORIA  
ACADEMICA



C.c.p. Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres, Jefe de Carrera de la Ing agrícola Tropical  
C.c.p. L.P. Yesenia Barrientos Arenal, Jefa del Departamento de Servicios Escolares  
C.c.p. Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez, Directora de Tesis.  
C.c.p. Archivo.



**UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN**  
**CAMPUS LOMA BONITA**

Oficio No. JCIAT/109/21

Loma Bonita, Oaxaca a 29 de octubre de 2021

**M.E. YESENIA BARRIENTOS ARENAL**  
**JEFA DEL DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**PRESENTE**

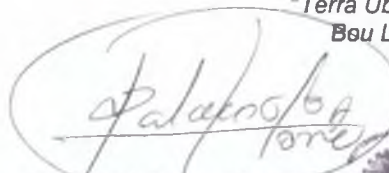
Por este medio le comunico que la Jefatura de Carrera a mi cargo ha designado como jurado del proyecto de tesis titulado "**EVALUACIÓN DE LAS FECHAS DE PODA DE YEMA APICAL, FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y DOS SUSTRATOS EN CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) BAJO INVERNADERO**", para examen de titulación de la egresada **C. ELI ELIZABETH LUIS RUÍZ**, a los profesores:

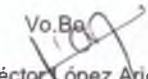
Presidente: Dr. José Antonio Yam Tzec  
Secretario.: Dr. Hipólito Hernández Hernández  
Vocal: Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez

Como suplentes:  
Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres  
Dra. Maribel Reyes Osornio

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**Atentamente**  
*"Terra Uberrima, mens aperta"*  
**Bou Lo tama, Chi Ji Jú**

  
Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Agrícola  
Tropical

  
Vo.Bo  
M.C. Héctor López Arjona  
Vice-Rector Académico

c.c.p. Archivo

**INGENIERÍA**  
**AGRICOLA**  
**TROPICAL**

Universidad del Papaloapan. **Campus Loma Bonita**, Av. Ferrocarril s/n, Col. Cd. Universitaria, Loma Bonita, Oaxaca.  
C.P. 68400. Tel: 01 (281) 87 2 92 30  
www.unpa.edu.mx

## DEDICATORIA

**A Dios** por darme la oportunidad de vivir esta experiencia, por estar siempre presente en mi vida, por darme las bendiciones que he tenido, por la salud y fortaleza y por darme la mejor familia. Siempre estaré agradecida.

**A mis padres: Sra. Lucero Ruiz Coutiño y al Sr. Álvaro Luis Rojas**, por todo el amor, cariño y comprensión que me han dado, por el sacrificio que ambos hicieron para poder darme la mejor educación en el transcurso de mi vida. Por la confianza que depositaron en mí y por los valores que me han inculcado, y sobre todo por ser ejemplo de perseverancia y constancia. Los amo.

**A mis hermanos: Tania, Jesús, Edgar, Lupita y Adriana**, por el afecto y apoyo moral que me han dado siempre, por enseñarme a no rendirme. En especial a **Tania** por ser una hermana, amiga y darme consejos, por ser ese pilar que ha sido fundamental en mi vida. Gracias hermanos los amo.

**A Jesús V.R.** por ser una parte importante en mi vida, por tu amor y cariño, por ser quien me ha motivado, aconsejado y apoyado incondicionalmente, por creer en mí y ser la primera persona en confiar en mis conocimientos. Te amo.

A mis sobrinos **Hermione, Jefe y Adama**, por ser esos pequeños que me han sacado una gran sonrisa y **a mi familia en general** por todo su apoyo. este logro va dedicado a todos ustedes.

## AGRADECIMIENTOS

A la **UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN, Campus Loma Bonita**, por abrirme sus puertas y proporcionarme conocimientos de calidad durante 5 años, y que gracias a ellos estoy culminando una etapa más de mi vida.

A la **Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez**, por su amplia disponibilidad en el transcurso de este proyecto, por sus conocimientos brindados en aula y campo. Por su paciencia, amistad y confianza. Gracias, por todo.

Al **Dr. Hipólito Hernández Hernández**, gracias por su amplia disponibilidad en la realización, revisión y aportación a este documento.

Al **Dr. José Antonio Yam Tzec**, gracias por sus enseñanzas, por su amplia disponibilidad en la revisión y aportación a este documento.

Al **Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres**, por compartir sus conocimientos y experiencias, así también por su apoyo a esta investigación.

Al **Dr. César Julio Martínez Castro**, gracias por compartir sus conocimientos, experiencias y también por su amistad.

A **todos los Profesores-Investigadores** que conforman el plan de estudios, quienes me prepararon durante toda mi carrera, gracias a todos por los conocimientos transmitidos.

A **mis amigos y compañeros**: Leonel, Bernabé, Alba, Jorge, Gerardo, Rodolfo, Benito, José Mauricio, Amadeo, Hafid, a los jóvenes que estaban haciendo su servicio social y a los que me faltaron, gracias a todos por su apoyo.

A **mis mejores amigos: Ing. Andrea Martínez e Ing. Héctor Alonso**, por siempre apoyarme y estar para mí sin importar la hora. Por sus mensajes de motivación y no dejarme caer.

A **Aurelio†** por ser quien siempre estuvo para mí, por apoyarme incondicionalmente, por ser como un hermano, siempre estarás en mi corazón mi peque.

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	xi
APÉNDICE.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo general.....	4
2.2. Objetivos específicos.....	4
3. HIPÓTESIS.....	5
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
4.1. Origen del chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.).....	6
4.2. Clasificación taxonómica.....	7
4.3. Descripción botánica del chile habanero.....	8
4.3.1. Planta.....	8
4.3.2. Tallo.....	8
4.3.3. Hojas.....	8
4.3.4. Raíz.....	9
4.3.5. Floración.....	9
4.3.6. Fruto.....	9
4.3.7. Semillas.....	10
4.4. Requerimientos edafoclimáticos.....	10
4.4.1. Requerimientos climáticos.....	10
4.4.2. Requerimientos edáficos.....	12
4.5. Producción internacional y nacional de chile ( <i>Capsicum annuum</i> L.).....	13

4.5.1. Importancia del chile verde ( <i>Capsicum annuum</i> L.) a nivel Internacional .....	13
4.5.2. Producción Nacional de chile verde ( <i>Capsicum annuum</i> L.).....	13
4.6. Importancia de la producción de chile verde ( <i>Capsicum annuum</i> L.) a cielo abierto y agricultura protegida en México .....	14
4.7. Importancia del chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) a nivel Nacional .....	15
4.9. Principales estados productores de chile habanero utilizando agricultura protegida .....	16
4.10. La importancia del uso de la agricultura protegida .....	17
4.11. Importancia de la fertilización química .....	19
4.12. El uso de la hidroponía en la agricultura .....	20
4.13. Solución nutritiva (SN).....	21
4.14. La disponibilidad de oxígeno en la SN .....	22
4.15. El Potencial de hidrógeno (pH) en la SN.....	23
4.16. Presión osmótica en la SN .....	23
4.17. Influencia de la Conductividad eléctrica (CE) en la SN .....	24
4.18. El uso de sustratos en la agricultura .....	24
4.18.1. Arena de río.....	25
4.18.2. Lombricomposta.....	26
4.19. Importancia de las podas en los cultivos hortícolas .....	27
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
5.1. Localización del sitio experimental.....	29
5.2. Clima .....	29
5.3. Descripción del invernadero.....	29
5.4. Descripción del material genético.....	30
5.5. Tratamientos y diseño experimental.....	30
5.6. Siembra en charolas .....	31
5.7. Desinfección del sustrato .....	31
5.8. Llenado de bolsas o contenedores.....	32
5.9. Trasplante .....	32

5.10. Riego y solución nutritiva .....	33
5.11. Podas de brotes laterales.....	37
5.12. Poda de hojas .....	37
5.13. Tutoreo.....	38
5.14. Control de plagas y enfermedades.....	38
5.15. Registro de temperatura (°C) y humedad relativa (%).....	39
5.16. Cosecha.....	40
5.17. Variables evaluadas .....	40
5.17.1. Toma de muestras en plantas y frutos .....	40
5.18. Variables morfológicas.....	41
5.18.1. Altura de planta (cm) .....	41
5.18.2. Diámetro del tallo (mm) .....	41
5.18.3. Número de botones .....	41
5.18.4. Número de flores.....	42
5.18.5. Número de frutos.....	42
5.19. Variables de calidad de fruto.....	42
5.19.1. Diámetro de fruto (mm) .....	42
5.19.2. Longitud de fruto (mm) .....	42
5.19.3. Peso del fruto (g).....	42
5.19.4. Número de lóculos.....	43
5.19.5. Grosor de pericarpio (mm) .....	43
5.19.6. Grados Brix (°Bx) o Sólidos Solubles Totales .....	43
5.20. Características del fruto de chile habanero .....	43
5.21. Rendimiento.....	44
5.21.1. Rendimiento por tratamiento (g).....	44
5.22. Análisis de resultados .....	44
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	45
6.1. Altura de planta (cm).....	45
6.2. Diámetro de tallo (mm).....	47
6.3. Número de botones.....	49

6.4. Número de flores.....	51
6.5. Número de frutos.....	54
6.6. Longitud del fruto (mm) .....	56
6.7. Diámetro ecuatorial (mm).....	58
6.8. Peso de fruto (g).....	60
6.9. Número de lóculos .....	62
6.10. Diámetro de pericarpio (mm).....	64
6.11. Grados Brix (°Bx) o Sólidos Solubles Totales .....	66
6.12. Rendimiento por planta (g).....	68
6.13. Datos de Temperatura (°C) y Humedad relativa (%) en el invernadero durante la investigación .....	71
7. CONCLUSIONES .....	73
8. LITERATURA CITADA.....	74
9. ANEXOS .....	88
10. APÉNDICE.....	90

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Efecto de los tratamientos en la altura de planta (cm) del chile habanero híbrido Chichén Itzá, cultivado en dos sustratos, en condiciones de invernadero, de los 35 a los 170 ddt. ....	46
<b>Cuadro 2.</b> Diámetro de tallo (mm) en chile habanero híbrido Chichen Itzá, con y sin poda de yema apical, fertilización química en sustratos arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.....	48
<b>Cuadro 3.</b> Número de botones por planta en chile habanero híbrido Chichen Itzá, con y sin poda de yema apical, fertilización química en sustratos arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.....	50
<b>Cuadro 4.</b> Número de flores en chile habanero híbrido Chichen Itzá, con y sin poda de yema apical, fertilización química en sustratos arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.....	53
<b>Cuadro 5.</b> Número de frutos en Chile habanero híbrido Chichen Itzá, con y sin poda de yema apical, utilizando fertilización química en sustratos arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.....	55
<b>Cuadro 6.</b> Longitud de fruto (mm) de chile habanero híbrido Chichen Itzá, con fertilización química, con y sin poda de yema apical en sustratos de arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero en intervalos de 19 días entre corte y corte.....	57
<b>Cuadro 7.</b> Diámetro ecuatorial (mm) de Chile habanero híbrido Chichen Itzá, con fertilización química, con y sin poda de yema apical en sustratos de arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.....	59
<b>Cuadro 8.</b> Peso del fruto (g) de chile habanero híbrido Chichen Itzá, con fertilización química, con y sin poda de yema apical en sustratos de arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.....	61

<b>Cuadro 9.</b> Número de lóculos en Chile habanero híbrido Chichen Itzá, con fertilización química, con y sin poda de yema apical en sustratos de arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.....	63
<b>Cuadro 10.</b> Diámetro de pericarpio (mm) de Chile habanero híbrido Chichen Itzá, con fertilización química, con y sin poda de yema apical en sustratos de arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.....	65
<b>Cuadro 11.</b> Concentración de grados Brix (°Bx) o Sólidos Solubles Totales en fruto de Chile habanero híbrido Chichen Itzá, con fertilización química, con y sin poda de yema apical en sustratos de arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero. ....	67
<b>Cuadro 12.</b> Rendimiento de planta (g) y peso total (g) en chile habanero híbrido Chichen Itzá, con fertilización química, con y sin poda de yema apical en sustratos de arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica de chile habanero (Ruiz <i>et al.</i> , 2011). .....	7
<b>Tabla 2.</b> Cantidad de fertilizantes para preparar 20 L de solución nutritiva a diferentes concentraciones según Steiner (1984). .....	35
<b>Tabla 3.</b> Contenido nutritivo del fertilizante foliar BIOZYME TF. ....	35
<b>Tabla 4.</b> Contenido nutritivo del fertilizante AMINOFIT Finishing. ....	36
<b>Tabla 5.</b> Características y especificaciones de calidad establecidas por la Norma Mexicana de productos alimenticios no industrializados para consumo humano – chile fresco (NMX-FF-025-SCFI-2014). ....	44

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Temperaturas máximas, mínimas (°C) y Humedad relativa (%) del sensor 1 registrada a una altura de 1.7 m del suelo. ....	71
<b>Gráfica 2.</b> Temperaturas máximas, mínimas (°C) y humedad relativa (%) del sensor 2 registrada a una altura de 0.5 m del suelo. ....	72

## APÉNDICE

<b>Apéndice 1.</b> Evidencia fotográfica tomada, durante el desarrollo de la investigación .....	90
<b>Apéndice 2.</b> Participación en eventos de divulgación científica y de interés para el lector.....	94

# EVALUACIÓN DE LAS FECHAS DE PODA DE YEMA APICAL, FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y DOS SUSTRATOS EN CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) BAJO INVERNADERO

Eli Elizabeth Luis Ruiz

**Grado:** Ingeniero Agrícola Tropical

Universidad del Papaloapan, 2021

## RESUMEN

En México existe una gran variedad de chiles, entre los cuales destaca el chile habanero, siendo este el de mayor importancia económica, además, de su uso culinario. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de las fechas de poda de yema apical, utilizando fertilización química, en sustratos arena de río y lombricomposta en la producción y calidad del chile habanero híbrido Chichen Itzá, bajo condiciones de invernadero. El diseño experimental fue completamente al azar con seis tratamientos y dos testigos: A11C: Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 5 ddt, L31C: Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 5 ddt, A12C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 10 ddt, L32C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 10 ddt, A13C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 15 ddt, L33C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 15 ddt, y los testigos: A1S= Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, L3S= Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical. El número de plantas por tratamiento fue de

36, con un número de muestra de 9 plantas por tratamiento. El tratamiento lombricomposta con fertilización química cada tercer día y poda de yema apical a los 5 ddt (L31C), presentó un efecto positivo en las variables de calidad de fruto y en la producción de chile habanero en Loma Bonita, Oaxaca.

**Palabras clave:** Calidad de chile, Lombricomposta, Loma Bonita, Producción.

**EVALUATION OF THE DATES OF PRUNING OF APICAL BUD, CHEMICAL FERTILIZATION AND TWO SUBSTRATES IN HABANERO CHILI (*Capsicum chinense* Jacq.) UNDER GREENHOUSE**

Eli Elizabeth Luis Ruiz

**Degree:** B.S. in Tropical Agricultural Engineering  
Papaloapan University, 2021

**ABSTRACT**

In Mexico there is a great variety of chilies, among which the habanero pepper stands out, being this one of greater economic importance, in addition to its culinary use. The objective of this work was to evaluate the effect of the dates of pruning of apical bud, using chemical fertilization, in substrates of river sand and vermicompost on the production and quality of the hybrid habanero pepper Chichen Itzá, under greenhouse conditions. The experimental design was completely randomized with six treatments and two witnesses: A11C: River sand with daily fertilization with apical bud pruning at 5 ddt, L31C: Vermicompost with fertilization every 3 days and apical bud pruning at 5 ddt, A12C= River sand with daily fertilization and apical bud pruning at 10 ddt, L32C= Vermicompost with fertilization every 3 days and apical bud pruning at 10 ddt, A13C= River sand with daily fertilization and apical bud pruning at 15 ddt, L33C= Vermicompost with fertilization every 3 days and apical bud pruning at 15 ddt, and controls: A1S= River sand with daily fertilization without apical bud pruning, L3S= Vermicompost with fertilization every 3 days without apical bud pruning. The number of plants per treatment was 36, with a sample

number of 9 plants per treatment. The use of organic vermicompost substrates and chemical fertilization every third day and apical bud pruning at 5 ddt (L31C), presented a positive effect on fruit quality variables and in the production of habanero pepper in Loma Bonita, Oaxaca.

**Keywords:** Quality chili, Vermicompost, Loma Bonita, Production.

**Revision by: Cheryl Lynn Gad**  
Jefa Del Centro de Idiomas  
Date: Oct. 14th, 2021.

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) es considerado una de las hortalizas más importantes a nivel internacional. México es reconocido como segundo productor a nivel mundial, con una producción de 3 millones 238 mil 245 toneladas de chile verde aportando el 9.2 % de la producción a nivel mundial, además de ser reconocido como líder en la exportación de esta hortaliza, de la cual obtuvo en el 2019 una comercialización de 1 millón 138 mil 774 toneladas y generando divisas alrededor de 904 millones de dólares. Además, de comercializarse en 47 naciones, entre las que destacan Estados Unidos, Canadá y Reino Unido (SIAP, 2020). El principal importador de esta hortaliza es Estados Unidos, con 1 millón 53 mil toneladas (SIAP, 2017). El chile es una de las hortalizas de mayor importancia a nivel mundial debido a su alta rentabilidad.

En México existe una gran variedad de chiles entre los que destacan el chile verde, habanero, pimienta, jalapeño y chile poblano, que en conjunto producen más de 159 mil ha divididas en toda la república, y de las cuales se obtuvo una producción de 3,344,260 toneladas de esta hortaliza. Los estados más importantes en la producción de chile verde son los siguientes: Chihuahua con 722,936 t en una superficie de 30,772 ha, Sinaloa con 648,222 t en una superficie de 14,438 ha y Zacatecas con 458,924 t en una superficie de 37,440 ha, entre estos estados aportan más del 55 % del total de la producción a nivel nacional (SIAP, 2020).

El género *Capsicum* cuenta con cinco especies domesticadas *Capsicum annum* L., *C. frutescens*, *C. pubescens* R., *C. chinense* Jacq. y *C. baccatum* L; esta última no es cultivada en México (Ruiz *et al.*, 2011).

En México se reportan 64 tipos diferentes de chile (el 95 % pertenecen a *C. annum*), de los cuales se pueden consumir de diferentes maneras, por mencionar algunos, se consumen en fresco, cocidos o industrializados; esta gran diversidad se ve reflejada en la riqueza culinaria del país (SIAP, 2019).

De acuerdo a datos de la FAO el chile habanero ocupa el quinto lugar a nivel mundial en superficie sembrada, cabe señalar que la importancia económica de esta hortaliza se basa principalmente en el uso de la misma, por otra parte, el interés del chile habanero también se centra en que es un excelente aportador de minerales y vitaminas A, C y E (Ruiz *et al.*, 2011).

En la actualidad la importancia del cultivo del chile habanero a nivel nacional se ha ido incrementado, para el año 2019 se tenía una superficie de 1,134 ha con un valor de producción de 409,173.43 miles de pesos. La mayoría de esta producción se concentró en los siguientes estados: Sinaloa con 230 ha, Tabasco 195 ha, Yucatán 187.34 ha, Quintana Roo 128.95 ha y Campeche 128 ha, (SIAP, 2019). Para el año 2020 la superficie sembrada fue de 1,283 ha, obteniendo como resultado un valor de producción de 371,980.77 miles de pesos. Siendo el estado con mayor producción Sinaloa es el estado con mayor producción, alrededor de 8,412 t ha<sup>-1</sup> en una superficie de 296 ha (SIAP, 2020).

En la presente investigación se pretendió evaluar el rendimiento y calidad del cultivo de chile habanero, utilizando como alternativas de producción, diferentes fechas de poda de yema apical y la aplicación de fertilización química, utilizando sustratos como arena de río por su fácil obtención en la región y lombricomposta por su posible aportación nutricional al cultivo. De manera que se genere una alternativa de producción para incrementar el rendimiento y la calidad del mismo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de las fechas de poda en yema apical, con aplicación de fertilización química, en dos sustratos arena de río y lombricomposta en la producción y calidad del chile habanero híbrido Chichen Itzá, en condiciones de invernadero.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de las diferentes fechas de poda de yema apical, utilizando sustrato arena de río y lombricomposta y su relación con el número de frutos por planta y calidad del fruto en chile habanero.
- Determinar si el uso de la fertilización química interviene positivamente en la producción de chile habanero utilizando sustrato a base de lombricomposta.

### **3. HIPÓTESIS**

- Las fechas de poda de yema apical y la fertilización química influirán en el número de frutos cosechados por planta y en la calidad del cultivo de chile habanero híbrido Chichen Itzá.
- La utilización de arena de río y lombricomposta como sustrato influirán en el rendimiento y calidad del cultivo de chile habanero bajo condiciones de invernadero.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. Origen del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.)

El género *Capsicum* es nativo del Neotrópico el cual incluye cinco especies domesticadas de pimientos: *Capsicum annuum* L., *Capsicum frutescens*, *Capsicum baccatum* L., *Capsicum pubescens* R., y *Capsicum chinense* Jacq. Esta última especie es conocida como una de las más picantes en todo el mundo. La especie *Capsicum chinense* Jacq. tiene su centro de origen en América del Sur, específicamente en la cuenca del Amazonas, luego se dispersó a las islas del Caribe y más tarde a la Península de Yucatán en el sureste de México (Cauchi *et al.*, 2006).

Por su parte, Tun (2001) indica como centros de origen del chile habanero a países como Bolivia, Perú, Sureste de Brasil, además de Colombia. Es importante mencionar que algunas variedades también pueden encontrarse en África y el Sureste de Asia, los cuales fueron introducidos por portugueses en la época colonial. Se alude que probablemente el chile habanero fue introducido a la Península de Yucatán desde Cuba, tomando en cuenta el gran comercio con la isla, lo cual podría ser una explicación de su nombre popular “habanero” (López *et al.*, 2009).

Cabe destacar que en el 2010 se obtuvo la certificación de origen del chile habanero en la Península de Yucatán: Campeche, Quintana Roo y Yucatán siendo este último en ese momento el mayor productor (Borges-Gómez *et al.*, 2014).

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es muy conocido por su picor en el mundo, su contenido de capsaicina es entre las 200,000 a 500,000 unidades “Scoville” (Bosland, 1996; Long-Solís, 1998; Ramírez *et al.*, 2005).

#### 4.2. Clasificación taxonómica

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica de chile habanero (Ruiz *et al.*, 2011).

División	Magnoliophyta
Clase	Angiosperma
Subclase	Dicotiledóneas
Superorden	Simpétalas
Orden	Tubifloral
Familia	Solanácea
Género	<i>Capsicum</i> L., 1753
Especie	<i>chinense</i> Jacq., 1776.

### **4.3. Descripción botánica del chile habanero**

#### **4.3.1. Planta**

El chile habanero es una planta de ciclo anual que puede llegar a un ciclo de vida de 12 meses, dependiendo del cuidado que se le emplee. La altura fluctúa de 75 a 120 cm en condiciones de invernadero (Ruiz *et al.*, 2011).

#### **4.3.2. Tallo**

Posee un tallo grueso, erecto, glabro y robusto, así también puede tener tres tallos en la primera bifurcación, para después seguir ramificando y terminar con crecimiento semideterminado, después de la primera trifurcación, además de que es difícil que las tres ramas presenten el mismo desarrollo (Tun 2001, Ruiz *et al.*, 2011).

#### **4.3.3. Hojas**

Las hojas son simples, lisas, alternas y de forma lanceolada, su tamaño al igual que su color puede ser variable dependiendo totalmente a la variedad (Tun, 2001). Por su parte Trujillo (2005) indica que la longitud de la hoja del chile habanero es de 11.5 cm y el ancho puede ser de hasta 4.8 cm.

#### **4.3.4. Raíz**

La raíz principal de esta hortaliza es de tipo pivotante, la cual puede llegar a profundizar de 0.40 a 1.2 m, representando un sistema radicular bien desarrollado, el tamaño puede variar dependiendo de la edad de la planta y factores como: características del suelo y su manejo agronómico, pudiendo llegar a los 2 metros (Ruiz *et al.*, 2011).

#### **4.3.5. Floración**

La etapa de floración suele iniciar cuando la planta empieza su ramificación. La ubicación de las flores suele presentarse solitarias o en grupos de dos o más en cada una de las axilas, son de color blanco. Su tamaño puede variar entre 1.5 y 2.5 centímetros de diámetro de la corola. Además, el número de sépalos y pétalos es variable se puede encontrar de 5 a 7 aún dentro de la misma especie, al igual que la longitud del pedúnculo floral (Ruiz *et al.*, 2011).

#### **4.3.6. Fruto**

La clasificación del fruto es considerada una baya poco carnosa y hueca, pudiendo tener tres o cuatro lóbulos. Las plantas suelen presentar en promedio hasta seis frutos por axila, su tamaño puede variar entre dos y seis centímetros. (Soria *et al.*, 2002). El color del fruto suele ser verde cuando están tiernos, y cuando son maduros, depende de su variedad los cuales pueden ser de color: anaranjados,

amarillos, rojos y cafés, sin embargo, el grado de picor dependerá de la variedad. (Ruiz *et al.*, 2011).

#### **4.3.7. Semillas**

Respecto a las semillas estas son alojadas en las placentas, presentando las siguientes características: lisas y pequeñas, con un color café claro a oscuro en la testa. Su periodo de germinación varía entre ocho y quince días (Ruiz *et al.*, 2011).

### **4.4. Requerimientos edafoclimáticos**

#### **4.4.1. Requerimientos climáticos**

##### **4.4.1.1. Temperatura**

El cultivo de chile habanero, es una hortaliza que tiene requerimientos climáticos específicos, para poder completar su etapa fenológica, uno de los principales requerimientos es la temperatura, por ser una hortaliza de clima caliente. Los rangos de temperatura en los que se desarrolla de forma normal son los siguientes: una mínima de 10 °C, máxima de 35 °C y una óptima de 30 °C (Rangel, 2016). Asimismo, Sánchez (2008a) y Lightbourn (2011), señalan que el cultivo de chile habanero se desarrolla óptimamente con temperaturas de 26 a 30 °C.

#### **4.4.1.2. Humedad relativa (%)**

La humedad relativa favorable para un buen desarrollo del cultivo oscila entre el 50 y 60 %. Si la humedad relativa es muy alta favorece el desarrollo de enfermedades y dificulta la fecundación. Cuando la temperatura y la humedad relativa es muy alta o escasa, se produce floración deficiente, caída de flores, deformaciones de frutos y disminución del crecimiento (ECAO, 2002).

#### **4.4.1.3. Luminosidad**

La incidencia de luz en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es muy importante para el desarrollo de las yemas florales, puesto que la duración del día determina el crecimiento de las yemas (Rylski, 1985). Aunado a esto las exigencias de la calidad de la luz, en esta hortaliza es debido a la gran actividad sintética por lo cual necesita mayor cantidad de energía luminosa, es también conocida como una planta de fotoperiodo neutro, ya que puede reproducirse complacidamente en días largos como en días cortos, pero tomando en cuenta la calidad de la luz (Ruiz *et al.*, 1999).

#### **4.4.1.4. Precipitación**

Una condición favorable para el cultivo del chile habanero es una precipitación óptima de 600 a 1250 mm (FAO, 1994). Tomando en cuenta que estos valores serán determinados por la variedad a cultivar y de la adaptabilidad que se presente (FAO, 1994; Aragón, 1995). Ramírez *et al.*, (2006) indican que, para

obtener altos rendimientos en el cultivo de chile habanero, se necesita de una precipitación promedio de 750 a 1000 mm, por otra parte, las precipitaciones menores a 30 mm mensuales afectarán el rendimiento.

#### **4.4.2. Requerimientos edáficos**

##### **4.4.2.1. Suelo**

Es un cultivo que se adapta y se desarrolla en suelos de tipo profundo y con textura franco limoso y franco arcilloso, con un pH de 6.5 a 7 (Pacheco, 2005).

Las características que debe tener el suelo para un mejor desarrollo de la planta de chile habanero son los siguientes: textura franco limoso, densidad aparente baja, buena porosidad, pH neutro, medianamente alcalino, ligeramente salino, con materia orgánica, elevada capacidad de intercambio catiónico y concentraciones altas de nutrientes N, P y K (Borges-Gómez *et al.*, 2014).

##### **4.4.2.2. Fertilización**

Los nutrientes más utilizados en la producción de chile habanero son regularmente Nitrógeno, Fosforo y Potasio. Para determinar la cantidad a utilizar se recomienda realizar un análisis de suelo, que determinará la cantidad de N, P y nutrientes a utilizar (Bosland y Walker, 2014).

#### **4.5. Producción internacional y nacional de chile (*Capsicum annuum* L.)**

##### **4.5.1. Importancia del chile verde (*Capsicum annuum* L.) a nivel Internacional**

La producción de esta hortaliza a nivel internacional, indica ser una de las más cultivadas, con 36,771,482 toneladas (FAOSTAT, 2020), el rendimiento promedio mundial pasó de 15.5 t ha<sup>-1</sup> en el 2008 a 18.5 t ha<sup>-1</sup> para el 2018. Los principales países productores de chile verde para el 2018 fueron China con más del 45 % de la producción, México aportó el 9.19 %, Turquía 6.95 %, Indonesia 6.91 % y España el 3.47 %. Estos países aportaron más del 75 % de la producción mundial, con una superficie cosechada de más del 67 %.

De los 5 países mencionados anteriormente España obtuvo el mejor rendimiento por unidad de superficie con 6.2 kg m<sup>2</sup>, Turquía 2.77 kg m<sup>2</sup>, China 2.36 kg m<sup>2</sup>, México 2.15 kg m<sup>2</sup> e Indonesia 0.82 kg m<sup>2</sup>. No obstante, en el 2018 según datos reportados por la FAOSTAT (2020) los países con mayores rendimientos a nivel global que superan los 20 kg m<sup>2</sup> entre ellos se encuentran Reino Unido (31.85 kg m<sup>2</sup>), Bélgica (28 kg m<sup>2</sup>) y Países Bajos (27 kg m<sup>2</sup>); indicando que esta superioridad en rendimiento se debe a gran medida, por el desarrollo tecnológico de estos países quienes cuentan con producción bajo invernadero.

##### **4.5.2. Producción Nacional de chile verde (*Capsicum annuum* L.)**

El chile es considerado como una de las hortalizas de mayor importancia económica a nivel nacional, no solo es gastronómica, sino que en términos

económicos es generadora de ingresos y de empleos directos e indirectos. Para el 2020 la superficie sembrada de esta hortaliza fue de casi 160 mil hectáreas de las cuales el 96 % fueron producidas a cielo abierto y solo el 4 % bajo condiciones de agricultura protegida (invernadero, malla sombra y macro túnel), obteniendo un rendimiento promedio de 21 t ha<sup>-1</sup>. Los estados en los cuales se concentra la mayoría de la superficie sembrada son: Zacatecas con 37,440 ha y una producción de 458,942.89 t, seguido de Chihuahua con 30,772 ha y una producción de 722,936.90 t, San Luis Potosí con 24,453 ha y una producción de 327,123.76 t, y Sinaloa con 14, 438 ha y una producción de 648,222.15 t (SIAP, 2020).

#### **4.6. Importancia de la producción de chile verde (*Capsicum annuum* L.) a cielo abierto y agricultura protegida en México**

La importancia en la producción de esta hortaliza ya sea a cielo abierto o agricultura protegida radica en el incremento de la producción, además de la calidad e inocuidad del mismo. La superficie sembrada de chile en la modalidad de cielo abierto para el año 2020 fue de 153,530 ha, de las cuales se obtuvo un rendimiento promedio de 18 t ha<sup>-1</sup>, lo cual equivale a un rendimiento de 1.8 kg m<sup>2</sup>. Respecto a la superficie sembrada en la modalidad de agricultura protegida en la cual incluye invernaderos, malla sombra y marco túneles fue de 6,451 ha, obteniendo un rendimiento promedio de 105 t ha<sup>-1</sup> lo equivalente a 10.5 kg m<sup>2</sup> (SIAP, 2020).

El incremento en la producción del chile en México está muy ligado con el desarrollo de la industria de la horticultura protegida, pues el uso de estructuras de

protección (casas sombra, invernaderos, macro túneles) aunado a mejores prácticas de manejo agronómico, sanitario, nutricional y de inocuidad han permitido incrementar el rendimiento por unidad de superficie (SIAP, 2020).

#### **4.7. Importancia del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) a nivel Nacional**

La importancia de la producción del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) hortaliza con denominación de origen en las entidades que forman la Península de Yucatán (Yucatán, Quintana Roo y Campeche) desde el año 2010, el cual certifica su autenticidad. El chile habanero es considerado el más picante del mundo, se dice que una sola porción de habaneros contiene 128 miligramos de potasio, es alto en vitamina C, tiene un alto contenido de capsaicina, antiinflamatorio natural que puede ayudar a tratar la artritis y dolores de cabeza, regula los niveles de insulina, por lo que puede ayudar a prevenir la diabetes (Hernández, 2014). Debido a sus distintas propiedades, el chile habanero es utilizado en rubros diferentes como la gastronomía, medicina e industria química. Por lo anteriormente mencionado de acuerdo a FIRCO (2017) el 80 % de la producción de esta hortaliza se comercializa como fruto fresco y el 20 % restante se utiliza para la elaboración de salsas, pastas y deshidratados. Sus exportaciones son principalmente a Estados Unidos, Japón, Corea del Sur, Italia y Alemania.

#### **4.8. Principales estados productores a nivel Nacional de *Capsicum chinense* Jacq.**

De acuerdo a los datos reportados por la SIAP (2020) en el ciclo agrícola (Otoño-Invierno + Primavera-Verano) con la modalidad (riego + temporal) incluyendo producción a cielo abierto y agricultura protegida, obteniéndose una producción de chile habanero de 21,973 t en una superficie cultivada de 1,283 ha, la cual arrojó un valor de producción de 371,980 millones de pesos. Los principales estados productores de esta hortaliza son los siguientes: estado de Sinaloa con 296 ha y un rendimiento de 8,412 t, seguido del estado de Tabasco con 248.75 ha y una producción de 2,456 t, Yucatán con 184.22 ha, con una producción de 1,554 t, Campeche con 154 ha y una producción de 2,003 ton. Esto cuatro estados representaron más del 68 % de la superficie reportada a nivel nacional, además, su aportación en la producción de esta hortaliza fue más del 65 %. Cabe destacar que de los cuatro estados mencionados anteriormente el mejor rendimiento promedio se obtiene en el estado de Sinaloa con 28.42 t ha<sup>-1</sup>.

#### **4.9. Principales estados productores de chile habanero utilizando agricultura protegida**

La utilización de agricultura protegida en México para la producción de esta hortaliza se compone de invernaderos, malla sombra y macro túneles, como lo indican los reportes de la SIAP (2020), y señala que es poca la superficie que se utiliza con este sistema de producción, reportando para el 2020 una superficie de

55.02 ha de las cuales en invernadero tuvo una superficie de 18.42 ha, un producción de 576.55 t y un rendimiento promedio de 31.30 t ha<sup>-1</sup>, misma que se distribuye en cuatro estados de los cuales el sobresaliente es el estado de Quintana Roo con 10.02 ha de las cuales produce 403.57 t, aportando el 70 % de la producción en esta modalidad, le sigue por orden de importancia Tamaulipas con 4.5 ha y 75.80 t, Yucatán con 2.9 ha y 71.68 ha y Aguascalientes con 1.0 ha y 25.5 t ha<sup>-1</sup>. Respecto a la producción en malla sombra hubo una superficie de 26.60 ha con una producción de 825.85 ton y un rendimiento promedio de 35.57 t ha<sup>-1</sup>, es importante mencionar que en la producción en malla sombra se obtuvo el mejor rendimiento promedio en el estado de Sonora con 65 t ha<sup>-1</sup> siendo este el mayor rendimiento en la modalidad de Agricultura protegida. La producción en macro túnel solo se realizó en el estado de Tamaulipas con una superficie de 10.00 ha, con una producción de 418 t y un rendimiento promedio de 41.80 t ha<sup>-1</sup>, Cabe señalar que el estado de Baja California Sur obtuvo el mayor rendimiento promedio de 28.57 t ha<sup>-1</sup> en cielo abierto, el cual es superado con el 227 % con la utilización de agricultura protegida.

#### **4.10. La importancia del uso de la agricultura protegida**

La agricultura protegida es considerada un sistema de producción que se realiza mediante diversas estructuras, mismas que sirven para proteger a los cultivos de los fenómenos climáticos. Este tipo de agricultura puede disminuir los siguientes riesgos naturales: climatológicos, económicos (rentabilidad y de

mercado) o limitaciones de recursos productivos (hídricos o de superficie) (Moreno *et al.*, 2011). Las ventajas al implementar el uso de la agricultura protegida, será con el fin de proteger los cultivos de los fenómenos ambientales, además, que podemos mitigar el ataque de plagas y enfermedades y con ello disminuir el uso de plaguicidas, conjuntamente que se obtendrán mejores resultados en calidad y rendimiento en el cultivo, así también poder hacer frente al cambio climático, Por otra parte, permitirá trabajar todo el año y con ello permite cosechar en época de baja oferta (FAO-SAGARPA, 2007). La agricultura protegida va desde técnicas como el uso de bolsas para proteger el fruto mientras se encuentre en la planta, hasta grandes estructuras como invernaderos, casa sombra, macro y micro túneles, entre otras técnicas como el riego por goteo y la hidroponía. De acuerdo a datos reportados por el SIAP, la superficie de agricultura protegida fue de 46,708 ha, de las cuales se utilizan invernaderos, malla sombra y macro túneles (SIAP, 2020).

La producción en México de chile verde bajo agricultura protegida (invernadero, malla sombra y macro túneles) para el año 2020, indica una superficie de 6,451 ha de las cuales produjeron 591,297 toneladas. A continuación, se indican los estados que utilizan este tipo de producción en orden de importancia: Sinaloa con 2,623 ha, Sonora con 1,496 ha, Baja California Sur con 713 ha, Jalisco 470 ha, y Guanajuato con 448 ha. Estos cuatro estados aportan más del 89 % de la superficie sembrada de chile verde bajo la modalidad de agricultura protegida. El uso de estructuras de cubierta en el cultivo de chile, no solo ha repercutido en la

producción, sino en la calidad e inocuidad de los frutos, que ha permitido incrementar los volúmenes de exportación; lo cual, ha triplicado el valor de la producción del Chile en los últimos 15 años (SIAP, 2020).

#### **4.11. Importancia de la fertilización química**

Los fertilizantes químicos y orgánicos tienen tanto ventajas como desventajas. Las ventajas que tiene el fertilizante químico es que tienen una tasa alta de asimilación de nutrientes, ya que tienen concentraciones más altas que los fertilizantes orgánicos. Dentro de las desventajas de los fertilizantes químicos es que reducen la materia orgánica que contiene el suelo y el uso continuo de este fertilizante tiende a dañar los mantos freáticos de la zona. Y las desventajas de los fertilizantes orgánicos es que no son de fácil asimilación por las plantas, ya que tiene que llevar todo un proceso para que sean notorio su efecto, pero la ventaja es que tiene menos efectos secundarios en su uso excesivo y contiene una mayor cantidad de micro y macro elementos, lo que hace que le proporcione más cantidad de nutrientes al cultivo (Villa *et al.*, 2005).

La demanda nutrimental es uno de los componentes que permite precisar la dosis de fertilización a aplicar en el cultivo. Por otra parte, la falta de precisión de este valor puede causar un déficit o un exceso de fertilización, lo que conlleva a un impacto negativo sobre el medio ambiente si es exceso, así mismo si es un déficit no le permite al cultivo aprovechar su capacidad productiva (Nieves *et al.*, 2015).

Los nutrientes más comúnmente utilizados en la producción de chile habanero son el nitrógeno, fósforo y potasio, sin embargo, para saber una cantidad exacta de nutrientes a utilizar, se recomienda hacer un análisis de suelo previamente (Bosland y Walker, 2014).

La fertilización es llevada a cabo mediante el agua de riego, en una solución nutritiva que contiene todos los elementos esenciales para el desarrollo del cultivo durante su ciclo vegetativo. Así mismo, el agua de riego debe ser analizada para saber su pH, CE, concentración de bicarbonatos y nutrientes. Lo cual precisará la solución nutritiva a aplicar y evitará deficiencias de nutrientes en el cultivo (Ortiz, 2017).

La aplicación de agroquímicos en la agricultura moderna ha provocado la degradación de recursos naturales y la erosión tecnológica de los sistemas tradicionales de producción, poniendo en riesgo la productividad sustentable de los agroecosistemas (Poot, 2004).

#### **4.12. El uso de la hidroponía en la agricultura**

La hidroponía es considerada una tecnología que se emplea para desarrollar plantas en solución nutritiva (SN) (aguas más fertilizantes), la cual puede hacer el uso de un medio artificial como: arena, grava, vermiculita, lana de roca, sustrato orgánico, etc. La función principal es de dar soporte mecánico a las plantas (Lara, 2000).

Por su parte Jensen y Collins, (1985) mencionan que existen dos formas de producir por medio de la hidroponía, la primera se basa en la producción con sistema hidropónico líquido, el cual carece de un medio de soporte (sin sustrato); la segunda es conocida como los sistemas agregados, el cual tiene un medio sólido de soporte (con sustrato). Además, los sistemas hidropónicos son clasificados como abiertos cuando la solución nutritiva es aplicada a las raíces de las plantas ésta no es reusada y tiende a perderse por el excedente, y cerrados cuando la solución nutritiva excedente es recuperada, regenerada y reciclada.

Se dice que la mayoría de estos sistemas hidropónicos son utilizados en la producción bajo invernadero, la intención es controlar los factores climáticos y fitosanitarios. Además de formar parte de la agricultura de ambiente controlado (AAC), siendo la solución nutritiva el aspecto más importante en la hidroponía, dependiendo totalmente de la nutrición de las plantas y por ende la producción en cantidad además de la calidad en los cultivos (Lara, 2000).

#### **4.13. Solución nutritiva (SN)**

La solución nutritiva, es la preparación de una mezcla de agua con oxígeno y nutrientes en forma iónica. Se dice que algunos compuestos orgánicos como los quelatos de fierro son parte de la solución nutritiva (Steiner, 1968). Se considera una solución nutritiva verdadera, esta debe de tener disponibles los elementos que contiene, es decir todos los iones presentes se deben de encontrar disueltos,

además, el potencial de hidrógeno (pH) debe ser de 5.5 y debe de estar a una presión osmótica de 0.072 atmósferas (Steiner, 1961).

La importancia de la solución nutritiva (SN) influye directamente en el crecimiento, desarrollo, calidad de los cultivos y sus productos de importancia económica debido a la relación mutua existente entre cationes ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$ ) y aniones [ $(NO_3)^-$ ,  $(H_2PO_4)^{2-}$  y  $(SO_4)^{2-}$ ], incluyendo además la cantidad total de solutos, la conductividad eléctrica (CE), el potencial de hidrógeno (pH) y la temperatura de la solución (Steiner, 1961; Graves, 1983; Steiner, 1984).

Steiner (1961), mencionó que cuando se aplica la solución nutritiva en forma continua, las plantas pueden absorber iones a muy bajas concentraciones. Sin embargo, es probable que, a una concentración demasiado baja, la demanda mínima de determinados nutrientes no sea cubierta.

#### **4.14. La disponibilidad de oxígeno en la SN**

La falta de este elemento en la SN disminuye considerablemente la disponibilidad del elemento Fe, además, de inhibir la absorción de K y  $NO_3^-$  produciendo síntomas de deficiencia las cuales pueden observarse a simple vista, además de tener la consecuencia de la acumulación de dióxido de carbono en el medio radicular (Carbone, 2015).

#### **4.15. El Potencial de hidrógeno (pH) en la SN**

Carbone, (2015) indica que el potencial de hidrógeno está directamente relacionado con la absorción de nutrientes, de esta manera soluciones nutritivas con valores superiores a 7.5 disminuyen la absorción de  $\text{NO}_3^-$ , teniendo un efecto similar al  $\text{PO}_4^{3-}$ . Y por el contrario se dice que al bajar el pH se disminuye la absorción de iones  $\text{NH}_4^+$ , y aumenta la absorción de nitratos, el pH inferior a 4 disminuye la absorción de K.

#### **4.16. Presión osmótica en la SN**

La importancia de la presión osmótica en la solución nutritiva (SN) es que esta es una propiedad fisicoquímica de las soluciones que dependen de la cantidad de partículas o la concentración de los solutos disueltos (Segal, 1989). Aunado a esto Steiner, (1966) indica que la respuesta favorable de las plantas en crecimiento y desarrollo a la solución nutritiva de un cultivo hidropónico depende de varios factores, siendo el más importante la concentración total de iones, la cual es expresada como la presión osmótica.

Aunado a esto se dice que un aumento de la presión osmótica debido al incremento en el contenido de nutrientes o de otros iones en la solución nutritiva provoca que la planta realice un mayor esfuerzo para absorber agua y algunos nutrientes, además de provocar un mayor desgaste de energía metabólica (Asher and Edwards, 1983; Marschner, 1995).

Las características químicas de la solución nutritiva son reflejadas en la respuesta de las plantas, siendo la presión osmótica la más importante de estas características. Según Steiner (1961, 1966, 1968, 1969, 1984), diferencias de presión osmótica de la solución nutritiva en el orden de 0,2 atmósferas, provocan discrepancias considerables en el rendimiento de los cultivos.

#### **4.17. Influencia de la Conductividad eléctrica (CE) en la SN**

El alto contenido de sales en una solución nutritiva provoca deficiencias en relación con algunos elementos y por ende provoca desbalance hídrico en las plantas, ya que frena la absorción de iones minerales y de agua. El exceso de sales como el Na inhibe la absorción del K y el cloruro inhibe la asimilación de los nitratos  $\text{NO}_3^-$  (Carbone, 2015).

#### **4.18. El uso de sustratos en la agricultura**

Existen diversos tipos de sustratos, los cuales se clasifican en orgánicos e inorgánicos. En los sustratos orgánicos podemos encontrar: la fibra de coco y la turba, en los sustratos inorgánicos encontraremos: a la roca volcánica o tezontle, piedra pómez, grava, perlita, vermiculita y arena de río (Villa *et al.*, 2014). Un buen sustrato es esencial para la producción de plantas de alta calidad. El volumen de una maceta es limitado, es por eso que los sustratos deben tener características físicas y químicas que, con un buen manejo, le brinden a nuestra planta un crecimiento aceptable. Las características físicas son consideradas como las más

importantes para un sustrato. Las propiedades físicas con las que debe contar un buen sustrato son: aireación y drenaje, retención de agua y bajo peso húmedo por volumen. La propiedad química de un buen sustrato es el: pH, esta característica puede ser modificada (Cabrera 1999).

Por su parte Martínez *et al.*, (2014) definen al sustrato como todo aquel material que ya sea en mezcla o solo, sea utilizado para sustituir el uso del suelo, en un contenedor. Todo sustrato debe cumplir con características físicas y químicas, que permitan el buen desarrollo de una planta. La función de un sustrato es servir de soporte a la planta así también como tener una buena retención de agua y minerales.

#### **4.18.1. Arena de río**

El sustrato arena de río es considerado medianamente inerte ya que contiene rastros minerales que podrían aportar algunos minerales, de acuerdo a análisis realizados en el CENID-RASPA, sus características son las siguientes: densidad aparente es de  $1.6 \text{ g cm}^{-3}$ , conductividad hidráulica a saturación de  $10.5 \text{ cm h}^{-1}$ , porosidad del 37 %. Este sustrato es considerado con buen drenaje, buena ventilación, además de presentar un bajo nivel de compactación. Además de poseer una Capacidad de campo (CC) de  $0.13 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ , el Punto de marchitez permanente (PMP) de  $0.06 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , para una capacidad de retención de agua de  $0.07 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$

(7.0 cm m<sup>-1</sup>) en términos de humedad disponible o aprovechable para las plantas (Villa *et al.*, 2014).

Las arenas con tamaño de partícula inferior a 0.5 mm son consideradas finas, las cuales presentan buena retención de agua, pero baja aireación por el contrario las arenas gruesas tienen una menor retención de agua, presentado una mayor aireación (Abad y Noguera, 2000).

La arena de río es un sustrato que se encuentra disponible en la región, por lo que su costo es accesible en comparación con otros sustratos.

#### **4.18.2. Lombricomposta**

Una de las alternativas para mejorar la fertilidad del suelo en la producción de cultivos, es el uso de los abonos orgánicos; un ejemplo es la lombricomposta, ya que contiene macro y micro nutrientes que son importantes para el crecimiento de las plantas (Morales-Munguía *et al.*, 2009); además, ayuda a restablecer cadenas tróficas por medio de la biota edáfica que se desarrolla, bioestimula los procesos intrínsecos para reconstruir la funcionalidad del ecosistema suelo (Domínguez, 2004; Olivares-Campos *et al.*, 2012). La lombricomposta es considerada una biotecnología, ya que, a través de la lombriz de tierra y microorganismos, los desechos orgánicos se transforman en abono (Martínez-Cerdas, 1996).

La lombricomposta es la excreta de la lombriz, la cual se alimenta de desechos en descomposición, la lombriz al alimentarse asimila una parte para cubrir

sus necesidades biológicas y el excedente lo excreta. Este material es conocido como vermiculita y humus de lombriz (Martínez-Cerdas, 1996).

Otros autores la definen como un sustrato estabilizado de gran uniformidad, alto contenido nutrimental, además de tener una excelente estructura física, porosidad, aireación, buen drenaje y gran capacidad de retención de humedad (Capistran *et al.*, 2001; Compagnoni y Putzolu, 1990).

#### **4.19. Importancia de las podas en los cultivos hortícolas**

De acuerdo a Maldonado (1991), con la práctica de podas se modifica el hábito de crecimiento de las plantas, el cual tiene efectos directos e indirectos en procesos fisiológicos como la fotosíntesis, respiración, balance hormonal, almacenamiento de carbohidratos, contenido de agua y minerales en las hojas y frutos. Con las podas se obtiene una mayor precocidad en la cosecha, mayor calidad de los frutos con mayor tamaño, mejores prácticas de cultivo, mejor control de plagas y enfermedades (Serrano 1979).

Halfacre (1979) menciona que la poda en hortalizas es una práctica cultural, la cual consiste en la eliminación de algunas partes de la planta, como son las yemas, brotes desarrollados, raíces y frutos. Sirve para obtener plantas equilibradas y vigorosas. Además de mantener y controlar la dirección, el crecimiento para disminuir la competencia de nutrientes, agua, espacio, entre los órganos de la planta y así obtener un balance del crecimiento reproductivo y vegetativo (Serrano 1996).

El cultivo de chile habanero por lo general es podado en su primera temporada de crecimiento, las podas son llevadas a dos tallos principales, tomando en cuenta las ramas más vigorosas, así también hacer podas de hojas amarillas que se encuentren en la base de los tallos, por otra parte, también se puede hacer podas de flores y frutos pequeños, esto con la finalidad de que la planta concentre todos sus nutrientes en el llenado de frutos (Kilpatrick, 2018).

La poda de formación es realizada con el fin de definir el número de tallos con los que contara la planta durante todo su desarrollo vegetativo. Además, los mejores resultados de rendimiento de fruto, en plantas llevadas a 3 y 4 tallos, han sido las plantas llevadas a 3 tallos (Ortiz, 2017).

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Localización del sitio experimental**

La presente investigación se llevó a cabo en la unidad experimental del área de Ingeniería Agrícola Tropical propiamente en el área de invernaderos, el cual se encuentra ubicado en las instalaciones de la Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, Oaxaca, ubicado en las coordenadas 95 ° 53' 46.67" longitud oeste y 18° 06' 3.74" latitud norte, a 23 m.s.n.m. (INEGI, 2014).

### **5.2. Clima**

Las condiciones climáticas de Loma Bonita, Oaxaca, donde se desarrolló esta investigación se tiene que es del tipo Am, el cual corresponde a un clima cálido húmedo, con la concentración máxima de lluvias presentes en verano, esta clasificación climática es según Köppen modificado por García (2004), de acuerdo a las condiciones de la República Mexicana. La temperatura promedio es de 25°C mientras que la precipitación promedio es de 1845.2 mm (H. Ayuntamiento Constitucional de Loma Bonita 2008).

### **5.3. Descripción del invernadero**

Para la realización de la presente investigación se utilizó un invernadero tipo alas de Zopilote nombre que recibe por su tipo de estructura, el cual consta de una

superficie total de 540 m<sup>2</sup> con una capacidad de 2,000 plantas, de la cual solo se utilizaron 125 m<sup>2</sup> para realizar esta investigación, el invernadero tiene 6.5 metros de altura y 3.5 a la altura de la base del canalón, dos naves de 9 metros de ancho por 30 metros de largo con ventilación laterales y frontales, además cuenta con un sistema de riego hidropónico con automatización, 5 líneas regantes con mini válvula y goteros de 4 lph separados a 50 cm, con 4 salidas con estaca a base del tubing y dos tinacos con una capacidad de 1,100 litros cada uno.

#### **5.4. Descripción del material genético**

La semilla que se utilizó fue el híbrido Chichen Itzá, el cual presenta las siguientes características, precocidad de 15 a 20 días antes que las variedades de polinización abierta (dependiendo de la temperatura del área de producción), madura de color verde a anaranjado, presenta frutos firmes y de tamaño mediano grande, es una planta fuerte la cual produce excelente cuajado de frutos, buena vida de anaquel, es un híbrido que ofrece resistencia al virus del mosaico del tabaco (Tobamo Po) Seminis®.

#### **5.5. Tratamientos y diseño experimental**

Se evaluó la semilla de chile habanero, híbrido Chichen Itzá con un manejo químico, podas de yema apical, utilizando dos sustratos (arena de río y lombricomposta) el cual se estableció en seis tratamientos y dos testigos, quedando de esta manera los tratamientos: A11C: arena de río con fertilización diaria y poda

de yema apical a los 5 ddt, L31C: Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 5 ddt, A12C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 10 ddt, L32C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda apical a los 10 ddt A13C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 15 ddt, L33C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 15 ddt, con dos testigos: A1S= Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, L3S= Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical. Con un diseño experimental completamente al azar, el número de plantas por tratamiento fue de 36, con un número de muestra de 9 plantas por tratamiento.

#### **5.6. Siembra en charolas**

La siembra se realizó el 06 de septiembre de 2016, se utilizaron charolas de poliestireno de 200 cavidades. Se utilizó como sustrato, peat moss el cual se humedeció hasta llegar a capacidad de campo; posteriormente se hizo un orificio de aproximadamente 4 a 5 mm en cada cavidad, en donde se depositó la semilla, por último, se cubrió la semilla utilizando una capa ligera de peat moss. posteriormente se realizaron riegos dos veces al día dependiendo de la humedad del sustrato.

#### **5.7. Desinfección del sustrato**

La desinfección se realizó para los dos sustratos; arena de río y lombricomposta, ambos sustratos se sometieron a una desinfección, realizándose

de la siguiente manera: La lombricomposta se desinfecto a baño maría en costales a una temperatura constante de 95 a 100 °C, para desinfectar se ocupó un tambo de acero de 200 L de capacidad, al cual se le suministro 50 L de agua y se le colocaron unas piedras para sujetar una base de metal, de manera que el agua no tocara los costales con los sustratos a desinfectar, una vez colocados los costales dentro del tambo, se prosiguió a tapanlo herméticamente y se dejó un tiempo de 30 min. Por último, ambos sustratos se cernieron hasta obtener un tamaño de partícula homogénea.

#### **5.8. Llenado de bolsas o contenedores**

Se utilizaron bolsas de polietileno negro calibre 500, con dimensiones de 30 x 30 cm. Una vez desinfectado ambos sustratos se prosiguió al llenado de bolsas con los sustratos a evaluar (arena de río y lombricomposta) hasta obtener 36 bolsas con sustrato de arena de río y 36 bolsas de lombricomposta, dividiéndose en 4 tratamientos de lombricomposta y 4 tratamientos de arena de río, con un número de 9 bolsas por tratamiento, con la utilización de una pala se llenaron las bolsas dejando 4 cm libres a la superficie de cada bolsa.

#### **5.9. Trasplante**

El trasplante se realizó el 14 de noviembre a los 69 (dds) días después de la siembra, cuando la planta presentó de 3 a 4 pares de hojas verdaderas y un buen cepellón.

Las bolsas o contenedores se distribuyeron de acuerdo al sistema de riego del invernadero, en doble hilera, con una separación entre planta y planta de 30 cm y entre hileras a 60 cm. Se realizó un riego pesado a las bolsas, posteriormente se le realizaron 4 agujeros en la parte inferior de la bolsa para tener un buen drenado y de esta manera pueda estar a capacidad de campo, después se realizó un hueco de 5 mm al centro de la bolsa, colocando la planta. Al día siguiente se aplicó una solución a drench de Confidor (insecticida sistémico) a una proporción de 1.5 mL<sup>-1</sup> de Confidor en 1 litro de agua, en las plantas, también se aplicó a drench Captan (fungicida) a razón de 2 g L<sup>-1</sup>, como medida preventiva para el ataque de plagas y enfermedades fungosas.

#### **5.10. Riego y solución nutritiva**

Durante el experimento se realizaron dos riegos diarios, aplicando 1500 litros de agua diarios, los riegos se realizaron por medio del sistema hidropónico con el que cuenta el invernadero. La solución nutritiva que se ocupó fue la propuesta por Steiner en (1984) al 50%. Para los tratamientos de arena de río, la fertilización consistió en tres riegos (20 L, en cada riego) diarios, para ello se mezclaron los fertilizantes indicados en la Tabla 2. Las concentraciones de la solución Steiner (50, 75 y 100 %) se aplicaron de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo (Steiner 1984), 133 mL de solución por planta en cada aplicación de fertilización, con un horario distribuido de la siguiente manera a las 7:00 am, 3:00 pm y 6:00 pm para la aplicación de fertilizantes. Así también para los tratamientos de lombricomposta se

utilizó la solución nutritiva propuesta por Steiner, para ello se mezclaron los fertilizantes indicados en la Tabla 2 y a diferencia de los sustratos de arena de río, se fertilizó cada 3 días. Así también se realizaron fertilizaciones foliares en todos los tratamientos y testigos, a los 30 días después del trasplante, se presentó deficiencia de hierro y magnesio para ello se realizó una fertilización foliar de quelatos de hierro y quelatos de magnesio con una dosis de  $7.5 \text{ mL L}^{-1}$  cada una, a los 42 días después del trasplante se realizó otra aplicación de quelatos con una dosis más baja de  $4 \text{ mL L}^{-1}$  cada una, tomando en cuenta que se encontraba en su proceso de fructificación y el mejoramiento de la planta, a los 52 días después del trasplante se realizó otra aplicación de quelatos de hierro y magnesio con una dosis de  $2 \text{ mL L}^{-1}$ , posteriormente, se volvió aplicar quelatos de hierro y de magnesio una vez que la planta presentaba mayor número de flores y frutos (a los 72 y 140 días después del trasplante) con una dosis de  $2 \text{ mL L}^{-1}$  para cada fertilizante. Por otra parte, también se realizaron cinco fertilizaciones foliares de BIOZYME TF (Tabla 3) a todos los tratamiento y testigos, cabe mencionar que la primera fertilización se realizó cuando empezó el proceso de botones florales en las plantas (52 días después del trasplante) la segunda fertilización se llevó a los 60 días después del trasplante cuando la planta se encontraba en botones florales y el inicio de floración, la tercera fertilización se llevó a los 67 días después del trasplante, la cuarta y quinta fertilización se llevaron a cabo a los 72 y 140 días después del trasplante, cuando la planta se encontraba en botones florales, floración y fructificación, con las dosis de:  $2.5 \text{ mL L}^{-1}$ ,  $1.2 \text{ mL L}^{-1}$ ,  $1.5 \text{ mL L}^{-1}$ ,  $1.5 \text{ mL L}^{-1}$  y  $2.5 \text{ mL L}^{-1}$ , respectivamente.

También se aplicó cuatro veces el fertilizante foliar AMINOFIT Finishing (Tabla 4) a los 60, 67, 72 y 140 días después del trasplante, las dosis que se aplicaron fueron: 1.5 mL L<sup>-1</sup>, 2.5 mL L<sup>-1</sup>, 2.5 mL L<sup>-1</sup> y 1.5 mL L<sup>-1</sup>, respectivamente. Cabe mencionar que las fertilizaciones foliares se realizaron con ayuda de una mochila aspersora manual de 5L.

**Tabla 2.** Cantidad de fertilizantes para preparar 20 L de solución nutritiva a diferentes concentraciones según Steiner (1984).

Fertilizante	Solución nutritiva		
	50%	75%	100%
Ácido fosfórico	1 mL	1.5 mL	2 mL
Sulfato de Potasio	8.70 g	13.05 g	17.40 g
Sulfato de Magnesio	12.30 g	18.45 g	24.60 g
Nitrato de Potasio	7.50 g	13.25 g	15.00 g
Nitrato de Calcio	13.00 g	19.50 g	26.00 g
Sulfato de Cobre	0.05 g	0.0748 g	0.1 g
Bórax	0.20 g	0.30 g	0.40 g

**Tabla 3.** Contenido nutritivo del fertilizante foliar BIOZYME TF.

Fertilizante foliar	ppm	%
Giberelinas	32.2	
Ácido indolacético	32.2	
Zeatina	83.2	
Magnesio (Mg)		0.14
Azufre (S)		0.44
Boro (B)		0.30
Fierro (Fe)		0.49
Manganeso (Mn)		0.12
Zinc (Zn)		0.37

**Tabla 4.** Contenido nutritivo del fertilizante AMINOFIT Finishing.

<b>Fertilizante foliar</b>	<b>Mg</b>	<b>ppm</b>	<b>%</b>
Glicina	800		
Valina	40		
Prolina	350		
Hidroxiprolina	300		
Alanina	350		
Ác. Aspártico	680		
Arginina	80		
Ác. Glutámico	225		
Lisina	345		
Leucina	50		
Isoleucina	125		
Fenilalanina	145		
Metionina	25		
Serina	140		
Asparagina	125		
Treonina	120		
Cistina y Cisteína	85		
Tirosina	88		
Histidina	102		
Auxinas		50	
Citocininas		100	
Giberelinas		120	
Extractos vegetales			70.6
Nitrógeno			0.5
Fósforo			0.2
Potasio			0.4
Hierro			0.5
Boro			0.3
Manganeso			0.2
Zinc			1.0
Calcio			1.0
Magnesio			0.25
Azufre			0.75

### **5.11. Podas de brotes laterales**

La poda se realizó de la siguiente manera, las plantas se distribuyeron en 6 tratamientos y 2 testigos, partiendo de esto con ayuda de unas tijeras desinfectadas se le realizó una poda en el punto apical al tratamiento 1 y 2 a los 5 días después del trasplante, igualmente, a los 10 días después del trasplante se le realizó una poda al tratamiento 3 y 4, así mismo, a los 15 días después del trasplante se le realizó una poda a los tratamientos 5 y 6. A los 68 días después del trasplante se realizó una poda de brotes laterales tanto a los testigos como a los tratamientos, los brotes que se eliminaron fueron los que median menos de 10 cm y se consideraron improductivos, la poda se hizo con la finalidad de que la planta aprovechara todos los nutrientes en los botones, flores y el llenado de frutos.

### **5.12. Poda de hojas**

Esta práctica se llevó a cabo en todas las plantas de los tratamientos, con la ayuda de unas tijeras especiales para poda desinfectadas previamente y después de cada corte, se podaron todas las hojas hasta el primer brote, además se eliminaron 4 hojas maduras por brote, de modo similar, para los testigos, se eliminaron hojas maduras hasta la primera bifurcación. La finalidad de esta práctica fue para evitar plagas y enfermedades en las plantas, así también proveer que haya más iluminación y aireación en el cultivo.

### **5.13. Tutorio**

El tutorio consistió en sujetar la base del tallo con un anillo especial para tutorio, para que no se dañara la planta, se utilizó rafia de tutorio, después se sujetó al sistema de carga del invernadero, así también se utilizó el tutorio de tipo espaldera doble para evitar que los brotes laterales tocaran el suelo, este tutorio consistió en la colocación de postes siguiendo la dirección de las hileras de las plantas y una distancia entre ellos de 3 metros, después se colocaron 2 rafias de tutorio, de tal manera que quedaron a una altura de 65 cm, esta actividad se realizó en ambos lados de la planta.

### **5.14. Control de plagas y enfermedades**

Esta actividad se realizó para prevenir daños ocasionados por plagas y enfermedades a través de monitoreos diarios, con el fin de detectar oportunamente cualquier síntoma o insecto, que cause algún daño a las plantas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.).

Para mantener un control adecuado, a los 9 días después del trasplante se realizó una aplicación preventiva de Progranic Nimicide 80 (extractos de aceite de neem) 7.5 mL L<sup>-1</sup> y de PROGRANIC Gamma (extractos de ajo, chile picante y canela), para la prevención de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), la cual es un importante vector de virosis, así también se realizaron dos aplicaciones de abamectina (1 mL L<sup>-1</sup> y 1.5 mL L<sup>-1</sup>) para el control de acaro rojo (*Tetranychus*

*urticae*). Para la prevención de enfermedades fúngicas se realizó una aplicación de Pull 75WG (óxido cuproso 5 g L<sup>-1</sup> de agua) para el control de antracnosis.

#### **5.15. Registro de temperatura (°C) y humedad relativa (%)**

Se monitorearon las temperaturas mínimas, máximas (°C) al igual que la humedad relativa (%) dentro del invernadero, con ayuda de una sonda de temperatura del aire y una estación inalámbrica de humedad y temperatura del suelo de la marca Davis. Las temperaturas se tomaron por día durante seis meses y la humedad relativa se tomó por hora, durante seis meses. Para la humedad relativa se realizó un promedio por día y además se realizaron las gráficas de comportamiento durante el tiempo de la investigación.

Para la obtención de los datos de la temperatura máxima y mínima (°C), además de la humedad relativa (%) que se presentó en el invernadero durante el periodo de estudio el cual comprendió del 01 de octubre de 2016 al 21 de mayo de 2017, se utilizaron 2 sensores (sensor de temperatura y humedad relativa marca Davis) los cuales fueron colocados de la siguiente manera. El sensor 1 fue instalado a una altura de 1.7 m del suelo, y el sensor 2 se instaló a una altura de 0.5 m del suelo, para el registro temperaturas mínimas, máximas (°C) y humedad relativa (%).

## **5.16. Cosecha**

La primera cosecha se realizó a los 87 días después del trasplante (ddt), se recolectaron manualmente los frutos que cumplieron con las características comerciales (tanto verdes como anaranjados y que tuvieron un buen tamaño), la segunda cosecha se realizó a los 105 ddt, la tercera cosecha se realizó a los 125 ddt, la cuarta cosecha se realizó a los 144 ddt y la última cosecha se realizó a los 163 ddt.

## **5.17. Variables evaluadas**

### **5.17.1. Toma de muestras en plantas y frutos**

Para la determinación de la toma de muestras respecto a las variables de morfología fueron las siguientes variables morfológicas como: altura de planta, diámetro de tallo, número de botones, número de flores y número de frutos, la toma de muestras se realizó a 9 plantas por tratamiento y la frecuencia del muestreo fue de cada 15 días, el primer muestreo fue a los 35 ddt y hasta los 170 ddt, en total fueron 9 muestras para estas variables.

Para las variables de calidad de fruto fueron: longitud de fruto, diámetro de fruto, peso del fruto, número de lóculos, diámetro de pericarpio, grados brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ) o sólidos solubles totales, se tomaron los frutos de 9 plantas por tratamiento y la

frecuencia de muestreo fue de cada 21 días después del primer corte el cual fue a los 88 ddt.

Para determinar el rendimiento por planta, se cortaron los frutos a 9 plantas por tratamiento y se pesaron en una báscula digital, con una frecuencia de cada 21 días.

### **5.18. Variables morfológicas**

La medición de las variables morfológicas que se describen a continuación se realizó con una frecuencia de cada 15 días.

#### **5.18.1. Altura de planta (cm)**

La medición de esta variable se realizó utilizando un flexómetro, se midió la altura de la planta desde la base del tallo hasta su punto de crecimiento.

#### **5.18.2. Diámetro del tallo (mm)**

Para la medición de esta variable se utilizó un vernier digital, se midió el diámetro del tallo a 3 cm de altura a partir de la base del tallo.

#### **5.18.3. Número de botones**

Se realizó un conteo manual de botones totales por planta.

#### **5.18.4. Número de flores**

Se realizó un conteo manual de flores totales por planta.

#### **5.18.5. Número de frutos**

Se realizó un conteo manual de frutos por planta.

### **5.19. Variables de calidad de fruto**

La toma de las siguientes variables de rendimiento se realizó después de hacer cada corte, las cuales se realizaban cada 21 días entre corte y corte.

#### **5.19.1. Diámetro de fruto (mm)**

Con un vernier digital se midió el diámetro en la zona ecuatorial del fruto de cada uno de los tratamientos por corte.

#### **5.19.2. Longitud de fruto (mm)**

Con un vernier digital, se midió la longitud del fruto desde la base del pedúnculo hasta el punto apical del fruto.

#### **5.19.3. Peso del fruto (g)**

Con una báscula digital se obtuvo el peso de cada uno de los frutos, por brote y tratamiento.

#### **5.19.4. Número de lóculos**

Se realizó un corte en la parte media del fruto, realizando el conteo del número total de lóculos que presento cada uno de los frutos, por brote y tratamiento.

#### **5.19.5. Grosor de pericarpio (mm)**

Con un vernier digital, se midió el diámetro del pericarpio, de cada uno de los frutos, por brote y tratamiento.

#### **5.19.6. Grados Brix (°Bx) o Sólidos Solubles Totales**

Se realizó una selección de 3 frutos por brote que tuvieran un buen tamaño, de color verde y naranja y se prosiguió a partir a la mitad y con ayuda de un exprimidor metálico para limones, se le exprimió el jugo, depositándolo en el área de muestreo del refractómetro HI 96801 (marca HANNA instruments), para determinar los grados Brix de cada fruto por tratamiento.

#### **5.20. Características del fruto de chile habanero**

El chile habanero debe cumplir ciertas características y especificaciones de calidad establecidas por la Norma Mexicana de productos alimenticios no industrializados para consumo humano – chile fresco (NMX-FF-025-SCFI-2014) chile habanero Tabla 5.

**Tabla 5.** Características y especificaciones de calidad establecidas por la Norma Mexicana de productos alimenticios no industrializados para consumo humano – chile fresco (NMX-FF-025-SCFI-2014).

<b>Chile habanero</b>				
	<b>Chico</b>	<b>Mediano</b>	<b>Grande</b>	<b>Extra-grande</b>
Largo (cm)	< 2.0	2 – 3.9	> 4.0	
Ancho (cm)	-	-	-	No aplica
Peso (g)	-	-	-	

### **5.21. Rendimiento**

La toma de la variable de rendimiento se realizó a los 87 (ddt) con una frecuencia de cada 21 días, hasta realizar el quinto corte.

#### **5.21.1. Rendimiento por tratamiento (g)**

Se cosecharon los frutos que cumplieron con las características comerciales de 9 plantas por tratamiento y se pesaron en una báscula digital, de esta manera se obtuvo el rendimiento por tratamiento.

### **5.22. Análisis de resultados**

A los datos obtenidos se les aplicó un análisis de varianza y prueba de medias LSD Fisher, con un nivel de significancia de 0.05, utilizando el programa estadístico InfoStat.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Altura de planta (cm)

Con respecto a la variable morfológica de altura de planta podemos observar los resultados en el Cuadro 1 presentando diferencias significativas desde los 35 hasta los 170 ddt ( $p=0.0001$ ) Se identifica que los mejores resultados para esta variable se presentaron en los tratamientos A1S Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical y L3S Lombricomposta con fertilización cada tres días sin poda de yema apical, los cuales no presentaron diferencias significativas a partir de la fecha de medición de 65 ddt con una altura total final de 158.89 y 150.78 cm respectivamente a los 170 ddt, estos valores obtenidos en nuestra investigación son superiores a los reportados por López *et al.*, (2017), quienes evaluaron el efecto de diez regímenes nutrimentales en chile habanero cultivado en invernadero utilizando tezontle rojo como sustrato los cuales obtuvieron la mayor altura de planta de 122.8 cm a los 169 ddt.

Por su parte Valdovinos *et al.*, (2020) quienes evaluaron los efectos de la aplicación de microorganismos como el Bonasol® (*Azotobacter* sp., *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, y *Rhizophagus intraradices*) y Lilasol® (*Bacillus popilliae*, *Bacillus thuringiensis*, y *Purpureocillium lilacinum*) en el crecimiento, nutrición y rendimiento del híbrido Chichen Itzá en condiciones de invernadero, reportando valores de altura de planta de 120.9 cm a los 93 ddt, este

valor fue superado por esta investigación con el tratamiento A1S Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical con 128.11 cm a los 92 ddt.

**Cuadro 1.** Efecto de los tratamientos en la altura de planta (cm) del chile habanero híbrido Chichén Itzá, cultivado en dos sustratos, en condiciones de invernadero, de los 35 a los 170 ddt.

Tratamientos	Edad (días después del trasplante)				
	35	51	65	78	92
<b>A1S</b>	70.89 a	80.33 ab	105.00 a	118.89 a	128.11 a
<b>L3S</b>	69.33 ab	88.11 a	100.37 a	107.83 a	111.89 a
<b>A11C</b>	57.56 bc	82.48 a	90.44 ab	101.56 ab	105.89 bc
<b>L31C</b>	54.44 c	61.67 c	71.67 c	87.00 bc	91.00 cd
<b>A12C</b>	53.13 c	62.17 c	79.78 bc	86.22 bc	89.22 cd
<b>L32C</b>	58.94 abc	65.11 c	68.78 c	70.67 c	74.78 d
<b>A13C</b>	57.07 c	66.33 bc	77.33 bc	84.67 bc	91.67 cd
<b>L33C</b>	56.28 c	59.00 c	74.44 bc	87.63 bc	84.44 d
<b>p-valor</b>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
<b>Tratamiento</b>	<b>107</b>	<b>121</b>	<b>143</b>	<b>170</b>	
<b>A1S</b>	132.00 a	138.56 a	144.67 a	158.89 a	
<b>L3S</b>	121.44 a	129.33 a	134.44 a	150.78 a	
<b>A11C</b>	118.56 ab	121.11 abc	121.11 abc	140.11 abc	
<b>L31C</b>	97.78 bc	106.89 bcd	114.00 bcd	129.11 bcd	
<b>A12C</b>	92.44 c	95.89 d	105.78 cd	111.33 de	
<b>L32C</b>	79.78 c	89.67 d	92.89 d	102.89 de	
<b>A13C</b>	92.56 c	96.89 cd	105.78 cd	120.75 cde	
<b>L33C</b>	85.44 c	93.78 d	99.44 cd	111.89 de	
<b>p-valor</b>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	

A1S= Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, L3S= Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical, A11C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 5 ddt, L31C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 5 ddt, A12C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 10 ddt, L32C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda apical a los 10 ddt, A13C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 15 ddt, L33C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 15 ddt.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, utilizando la prueba LSD Fisher.

## 6.2. Diámetro de tallo (mm)

Los resultados obtenidos respecto al diámetro de tallo se muestran en el (Cuadro 2) se puede observar que los testigos Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical (L3S) y Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical (A1S) obtuvieron los mejores resultados durante la conducción del experimento con un valor final (170 ddt) de 15.47 y 14.35 mm ( $p= 0.0001$ ), respectivamente en cambio el resto de los tratamientos a los cuales se les realizó la poda de la yema apical obtuvieron un menor diámetro de tallo, además, no se encontraron diferencias significativas para esta variable, en la conducción del experimento. Estudios como los de Tucuch *et al.*, (2012) reportaron valores de diámetro de tallo de 16 mm en chile habanero utilizando solución Steiner con una relación  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  de 10/90%, respectivamente, en combinación con una mezcla de sustrato tezontle-fibra de coco (75-25 % respectivamente) y con granulometría de tezontle de 10 - 20 mm a los 100 ddt. Por otra parte, Tapia *et al.*, (2016) mostraron valores de diámetro de tallo de 16.1 mm utilizando un complejo hormonal (citocininas) y tezontle como sustrato en chile habanero negro, sin embargo, los valores obtenidos por su testigo (13.4 mm) son menores a los encontrados en esta investigación. Sin embargo, López *et al.*, (2020) quienes realizaron poda de conducción y régimen nutrimental en tezontle reportaron diámetros de tallo (21.5 mm) en chile habanero, siendo superiores a los reportados en esta investigación. Valdovinos-Nava *et al.*, (2020) quienes evaluaron los efectos de la aplicación de

microorganismos como el Bonasol® y el Lilasol® en el crecimiento, nutrición y rendimiento del híbrido Chichen Itzá en condiciones de invernadero, obtuvieron el mayor diámetro de tallo de 14.9 mm a los 93 ddt, siendo superior a los encontrados en esta investigación.

**Cuadro 2.** Diámetro de tallo (mm) en chile habanero híbrido Chichen Itzá, con y sin poda de yema apical, fertilización química en sustratos arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Edad (días después del trasplante)				
	35	51	65	78	92
<b>A1S</b>	5.94 b	8.09 a	9.27 a	10.31 a	12.19 a
<b>L3S</b>	7.48 a	9.67 a	10.31 a	11.34 a	11.87 a
<b>A11C</b>	4.01 cd	5.00 b	5.70 b	6.37 b	6.45 bc
<b>L31C</b>	3.87 cd	4.86 b	4.86 bc	5.76 bc	6.73 b
<b>A12C</b>	3.52 cd	5.07 b	5.51 bc	5.75 bc	6.13 bc
<b>L32C</b>	4.09 c	4.98 b	5.11 bc	5.70 bc	6.12 bc
<b>A13C</b>	3.5 cd	4.41 b	4.70 c	4.95 c	5.39 c
<b>L33C</b>	3.38 d	4.27 b	4.71 bc	5.04 c	5.48 c
<b>p-valor</b>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
<b>Tratamientos</b>	<b>107</b>	<b>121</b>	<b>143</b>	<b>170</b>	
<b>A1S</b>	12.68 a	13.11 a	14.04 a	14.35 a	
<b>L3S</b>	13.10 a	13.24 a	14.42 a	15.47 a	
<b>A11C</b>	6.52 bc	7.20 b	7.80 b	7.95 b	
<b>L31C</b>	6.90 b	7.09 b	7.91 b	8.25 b	
<b>A12C</b>	6.45 bc	6.86 bc	7.15 bc	7.55 b	
<b>L32C</b>	6.17 bc	6.54 bc	6.65 bc	7.42 b	
<b>A13C</b>	5.62 c	5.75 c	7.09 bc	7.13 b	
<b>L33C</b>	5.49 c	5.65 c	5.99 c	6.63 b	
<b>p-valor</b>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	

A1S= Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, L3S= Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical, A11C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 5 ddt, L31C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 5 ddt, A12C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 10 ddt, L32C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda apical a los 10 ddt, A13C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 15 ddt, L33C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 15 ddt.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, utilizando la prueba LSD Fisher.

### **6.3. Número de botones**

En el Cuadro 3 se puede observar un aumento gradual del número de botones durante el periodo 35 a 51 ddt en todos los tratamientos, siendo el tratamiento L3S Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical, el mejor tratamiento con 154 botones florales, seguido del tratamiento A1S Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical con 111 y 199 botones para los 65 ddt, siendo este último dato el mayor número de botones en esta investigación. Respecto al resto de los tratamientos con poda de yema apical, no presentaron diferencias significativas, después de la edad 51 ddt, el número de botones se comportó inconstante en todos los tratamientos. Además, se puede observar que el tratamiento A1S Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical a partir de los 107 hasta los 170 ddt fue el mejor tratamiento estadísticamente con 132.00, 138.56, 134.67 y 158.89 botones.

Por su parte Javier-López (2020) quien utilizó el híbrido Chichen Itzá en sustrato lombricomposta al 100 % con manejo orgánico, bajo condiciones de invernadero, el cual obtuvo un número de botones de 260.67 a los 164 ddt siendo estos valores superiores a los encontrados en esta investigación.

**Cuadro 3.** Número de botones por planta en chile habanero híbrido Chichen Itzá, con y sin poda de yema apical, fertilización química en sustratos arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Edad (días después del trasplante)				
	35	51	65	78	92
<b>A1S</b>	70.89 a	111.00 b	199.78 a	167.11 a	128.11 a
<b>L3S</b>	69.33 a	154.00 a	100.37 b	107.83 a	111.89 a
<b>A11C</b>	32.25 b	47.59 c	61.23 c	66.96 b	68.54 b
<b>L31C</b>	30.54 b	42.69 c	47.00 c	58.52 bc	60.27 bc
<b>A12C</b>	27.96 b	40.75 c	52.13 c	56.30 bc	57.67 bc
<b>L32C</b>	33.61 b	43.67 c	47.78 c	49.78 c	51.63 c
<b>A13C</b>	27.20 b	41.11 c	48.06 c	51.07 c	53.76 bc
<b>L33C</b>	26.39 b	34.98 c	43.72 c	48.20 c	49.68 c
<b>p-valor</b>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
<b>Tratamiento</b>	<b>107</b>	<b>121</b>	<b>143</b>	<b>170</b>	
<b>A1S</b>	132.00 a	138.56 a	144.67 a	158.89 a	
<b>L3S</b>	121.44 a	129.33 a	134.44 a	150.78 a	
<b>A11C</b>	72.42 b	73.15 b	74.50 b	83.58 b	
<b>L31C</b>	64.27 bc	71.58 b	75.35 b	84.15 b	
<b>A12C</b>	62.22 bc	62.96 bc	65.24 b	69.67 b	
<b>L32C</b>	53.63 c	52.78 c	58.33 b	70.59 b	
<b>A13C</b>	53.74 c	55.78 bc	61.98 b	69.21 b	
<b>L33C</b>	48.90 c	49.88 c	55.78 b	62.04 b	
<b>p-valor</b>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	

A1S= Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, L3S= Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical, A11C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 5 ddt, L31C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 5 ddt, A12C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 10 ddt, L32C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda apical a los 10 ddt, A13C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 15 ddt, L33C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 15 ddt.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, utilizando la prueba LSD Fisher.

#### 6.4. Número de flores

En el Cuadro 4 se puede observar el comportamiento de la variable número de flores, el tratamiento A1S Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical fue superior en la mayoría de los muestreos, excepto a los 51, 107, 121 y 170 ddt, el mayor número para esta variable se presentó a los 65 y 78 ddt con 35.67 y 42.44 flores, siendo este último el mayor número de flores durante el desarrollo de esta investigación. El tratamiento L3S tuvo resultados similares a los 51 y 65 ddt, con 29.56 y 33.33 número de flores respectivamente, los demás tratamientos no presentaron diferencias significativas.

Por su parte Ponce *et al.*, (2012), quienes realizaron su investigación en el cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*), indican que, si se hace una poda adecuada en frutos, éstos serán de mayor tamaño y mejor calidad; sin embargo, mencionan que una poda apical excesiva puede promover el crecimiento vegetativo y suprimir la floración. En el caso de este experimento, la disminución de esta variable pudo haber sido causada por el inicio del proceso de fructificación del cultivo el cual se presentó a los 65 ddt.

Sin embargo, los resultados obtenidos por Javier-López (2020) utilizando el híbrido Chichen Itzá en mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: suelo regional: grava) con manejo orgánico, bajo condiciones de invernadero, a los 66 ddt, reportó valores de 58 flores/planta, los cuales fueron ampliamente superiores a los obtenidos en esta investigación.

Así mismo López–Gómez (2018) quien utilizó poda de conducción y régimen nutricional 14 (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), 14:1.25:4.75 (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) y 14:5 (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: K<sup>+</sup>) me L<sup>-</sup>, utilizando como sustrato tezontle rojo en granulometría ≤ 1 cm de diámetro, en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) obtuvo 57 flores/planta a los 169 ddt superando considerablemente los resultados obtenidos en esta investigación.

A diferencia, Ramírez- Luna *et al.*, (2005) indican que en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) se puede llegar a presentar hasta un 40 % de aborto de flor, pudiendo ser disminuido si se realizan aplicaciones oportunas de reguladores de crecimiento, un ejemplo sería la aplicación de las giberelinas, las cuales en las condiciones apropiadas tanto de luz y de temperatura pueden inducir favorablemente en la formación de flores. Aunado a esto Patiño-Torres y Jaimez-Arellano (2016) indican que las altas temperaturas causan aumento en la producción de gas etileno, lo cual provoca el aborto de flores.

**Cuadro 4.** Número de flores en chile habanero híbrido Chichen Itzá, con y sin poda de yema apical, fertilización química en sustratos arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Edad (días después del trasplante)				
	35	51	65	78	92
<b>A1S</b>	6.25 a	17.56 b	35.67 a	42.44 a	18.17 a
<b>L3S</b>	0.00 b	29.56 a	33.33 a	13.38 b	10.60 ab
<b>A11C</b>	0.00 b	5.89 c	8.50 b	10.89 b	4.00 b
<b>L31C</b>	2.33 b	4.11 c	5.86 b	10.83 b	7.14 ab
<b>A12C</b>	0.00 b	3.27 c	6.82 b	8.33 bc	3.00 b
<b>L32C</b>	1.75 b	7.29 c	10.55 b	3.82 c	11.00 ab
<b>A13C</b>	0.00 b	5.71 c	6.52 b	9.42 bc	4.45 b
<b>L33C</b>	0.00 b	3.88 c	8.47 b	13.77 b	6.00 ab
<b>p-valor</b>	0.0460	0.0001	0.0001	0.0001	0.1473
<b>Tratamientos</b>	<b>107</b>	<b>121</b>	<b>143</b>	<b>170</b>	
<b>A1S</b>	1.56 b	15.78 b	19.00 a	6.14 b	
<b>L3S</b>	6.78 a	29.00 a	9.89 b	20.56 a	
<b>A11C</b>	0.31 b	7.10 b	5.82 c	5.62 b	
<b>L31C</b>	0.62 b	13.15 b	4.89 c	4.06 b	
<b>A12C</b>	0.00 b	10.00 b	2.62 c	2.20 b	
<b>L32C</b>	0.96 b	15.47 b	4.62 c	7.07 b	
<b>A13C</b>	0.15 b	7.46 b	5.88 c	3.00 b	
<b>L33C</b>	0.00 b	11.54 b	5.44 c	4.41 b	
<b>p-valor</b>	0.0002	0.0209	0.0001	0.0001	

A1S= Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, L3S= Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical, A11C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 5 ddt, L31C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 5 ddt, A12C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 10 ddt, L32C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda apical a los 10 ddt, A13C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 15 ddt, L33C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 15 ddt.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, utilizando la prueba LSD Fisher.

## 6.5. Número de frutos

En el Cuadro 5 se puede observar el comportamiento para la variable de número de frutos en el híbrido Chichen Itzá, el tratamiento Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical (L3S) ( $p= 0.0001$ ) para todas las edades excepto por la edad 121 ( $p= 0.0007$ ) y 170 ( $p= 0.015$ ), obtuvo diferencias altamente significativas en los muestreos 51, 65, 78, 121 y 170 ddt, obteniendo los siguientes resultados 12.00, 28.67, 37.22, 13.22 y 4.78 respectivamente, sin embargo para la edad 78 ddt no mostró diferencias significativas con el tratamiento A1S arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical el cual obtuvo un total de 31.11 frutos ( $p= 0.0001$ ). Así también a los 92, 107 y 143 ddt el tratamiento A1S arena de río sin poda de yema apical obtuvo un valor de 13.22 y 4.78 número de frutos ( $p=0.0001$ ) Es importante indicar que las cosechas se realizaron a los 88, 108, 128, 150 y 171 ddt, es por ello que el número de frutos se redujo considerablemente en todos los tratamientos después de los 92 ddt. Por su parte Javier-López (2020) quien utilizó el híbrido Chichen Itzá, con sustrato arena de río y fertilización química (QUI-AR) obtuvo su mejor resultado a los 122 ddt reportando 45.27 frutos por planta, valores superiores a los encontrados en esta investigación. Aunado a esto, los datos obtenidos por López-Gómez *et al.*, (2017) quienes utilizaron el régimen nutricional de 14 ( $\text{NO}_3^-$ ), 14:1.25:4.75 ( $\text{NO}_3^-:\text{H}_2\text{PO}_4^-:\text{SO}_4^{2-}$ ) y 14:5 ( $\text{NO}_3^-:\text{K}^+$ )  $\text{me L}^{-1}$ , en chile habanero “Jaguar” utilizando como sustrato tezontle

rojo en granulometría  $\leq 1$  cm de diámetro, siendo su mejor tratamiento para esta variable, su resultado fue de 57 frutos por planta.

**Cuadro 5.** Número de frutos en Chile habanero híbrido Chichen Itzá, con y sin poda de yema apical, utilizando fertilización química en sustratos arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Edad (días después del trasplante)				
	35	51	65	78	92
<b>A1S</b>	0	2.40 b	20.22 b	31.11 a	17.33 a
<b>L3S</b>	0	12.00 a	28.67 a	37.22 a	5.89 b
<b>A11C</b>	0	2.29 b	6.00 c	11.26 b	4.09 b
<b>L31C</b>	0	2.00 b	4.05 c	7.08 b	4.71 b
<b>A12C</b>	0	1.33 b	5.70 c	11.48 b	3.22 b
<b>L32C</b>	0	2.07 b	6.70 c	7.44 b	2.09 b
<b>A13C</b>	0	1.40 b	3.75 c	7.18 b	3.95 b
<b>L33C</b>	0	1.00 b	4.72 c	9.26 b	3.67 b
<b>p-valor</b>	NS	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
<b>Tratamientos</b>	<b>107</b>	<b>121</b>	<b>143</b>	<b>170</b>	
<b>A1S</b>	13.67 a	6.78 b	19.00 a	2.25 b	
<b>L3S</b>	6.78 b	13.22 a	12.00 a	4.78 a	
<b>A11C</b>	3.91 b	5.10 b	3.81 b	2.45 b	
<b>L31C</b>	4.29 b	2.41 b	4.26 b	1.82 b	
<b>A12C</b>	2.91 b	2.64 b	4.07 b	2.44 b	
<b>L32C</b>	2.08 b	4.18 b	3.67 b	1.56 b	
<b>A13C</b>	3.74 b	2.09 b	3.48 b	1.25 b	
<b>L33C</b>	2.92 b	3.59 b	4.54 b	1.25 b	
<b>p-valor</b>	0.0001	0.0007	0.0001	0.0015	

A1S= Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, L3S= Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical, A11C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 5 ddt, L31C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 5 ddt, A12C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 10 ddt, L32C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda apical a los 10 ddt, A13C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 15 ddt, L33C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 15 ddt.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, utilizando la prueba LSD Fisher.

NS= No hay significancia.

## 6.6. Longitud del fruto (mm)

Los resultados obtenidos de la variable longitud de fruto del híbrido Chichen Itzá se muestran en el siguiente (Cuadro 6) se puede observar que en el primer corte para esta variable no hubo diferencias significativas entre los siguientes tratamientos A1S, L3S, L32C y A31C, para el segundo corte los mejores tratamientos y que no presentaron diferencias estadísticas significativas fueron L31C y L32C obteniendo 46.54 y 45.51 mm respectivamente ( $p= 0.0001$ ). Cabe destacar que el tratamiento L33C Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 15 ddt se obtuvo el máximo valor para esta variable en el tercer corte (48.25 mm). Sin embargo, en este corte no se presentó diferencia estadística significativa entre tratamientos. Para el cuarto corte el tratamiento que fue superior estadísticamente al resto de los tratamientos fue el L31C con 45.03 mm, para el quinto corte los tratamientos que obtuvieron los mejores resultados fueron L32C, L31C, L3S y L33C (46.29, 46.03, 45.89 y 45.06 mm respectivamente) y fueron superiores al resto de los tratamientos. Por su parte López-Gómez *et al.*, (2017) quienes evaluaron un régimen nutrimental en el cultivo de chile habanero, obtuvieron valores de 3.48 cm de longitud del fruto, siendo inferiores a lo reportado en esta investigación. Así mismo Tapia-Vargas *et al.*, (2016) evaluaron chile habanero bajo condiciones de invernadero e hidroponía, y la utilización de un complejo hormonal (Formax-F®), reportaron valores para esta variable de 2.92 cm, valores inferiores a los encontrados en esta investigación.

De acuerdo a lo reportado por Valdovinos-Nava *et al.*, (2020) quienes evaluaron los efectos de la fertilización biológica y mineral sobre el crecimiento, nutrición y rendimiento del chile habanero Chichen Itzá en condiciones de invernadero, reportaron resultados inferiores a los obtenidos en esta investigación, quienes obtuvieron una longitud de fruto de 47.22 mm en el tratamiento con 75% de la fertilización convencional más Bonasol ®. Tucuch-Haa *et al.*, (2012), mencionan que el tamaño de chile habanero cv. "Criollo naranja" desarrollado bajo condiciones de invernadero puede llegar a tener una longitud de 3.58 cm, valores inferiores a los encontrados en esta investigación.

**Cuadro 6.** Longitud de fruto (mm) de chile habanero híbrido Chichen Itzá, con fertilización química, con y sin poda de yema apical en sustratos de arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero en intervalos de 21 días entre corte y corte.

Tratamientos	1 <sup>er.</sup> corte	2 <sup>do.</sup> corte	3 <sup>er.</sup> corte	4 <sup>to.</sup> corte	5 <sup>to.</sup> Corte
<b>A1S</b>	44.02 a	39.83 d	42.64 a	40.60 bc	44.76 abc
<b>L3S</b>	43.90 a	45.14 ab	46.12 a	43.62 ab	45.89 a
<b>A11C</b>	38.37 c	42.70 bc	43.41 a	43.40 ab	42.26 c
<b>L31C</b>	40.00 bc	46.54 a	47.40 a	45.03 a	46.03 a
<b>A12C</b>	40.09 bc	41.72 cd	43.99 a	41.04 b	44.24 abc
<b>L32C</b>	43.90 a	45.51 a	46.09 a	44.35 ab	46.29 a
<b>A13C</b>	43.27 a	42.79 bc	43.81 a	37.02 c	42.84 bc
<b>L33C</b>	42.00 ab	44.81 ab	48.25 a	42.28 b	45.06 a
<b>p-valor</b>	0.0001	0.0001	0.1917	0.0001	0.0207

A1S= Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, L3S= Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical, A11C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 5 ddt, L31C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 5 ddt, A12C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 10 ddt, L32C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda apical a los 10 ddt, A13C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 15 ddt, L33C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 15 ddt.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, utilizando la prueba LSD Fisher.

## 6.7. Diámetro ecuatorial (mm)

Respecto a la variable de diámetro ecuatorial (mm) se muestran los resultados en el Cuadro 7, en el primer corte los tratamientos A1S arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical y A11C arena de río con fertilización diaria con poda de yema apical a los 5 ddt ( $p= 0.0001$ ) fueron los que obtuvieron mejores resultados, obteniendo los valores 29.92 y 29.35 mm. A su vez el segundo corte el mejor tratamiento fue el L3S Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical ( $p= 0.0309$ ), obteniendo un valor de 30.12 mm. Sin embargo, el valor más grande para esta variable se presentó en el tercer corte en el tratamiento L32C Lombricomposta con fertilización cada 3 días con poda de yema apical a los 5 ddt con un valor de 30.47 mm. Para el cuarto corte el mejor resultado estadísticamente se obtuvo en el tratamiento L31C con 29.05 mm superando al resto de los tratamientos. Respecto al quinto corte no hubo diferencias significativas entre los siguientes tratamientos A1S, L31C, L32C y L33C (29.61, 27.64, 27.59 y 26.91 mm). Los resultados obtenidos por Valdovinos-Nava *et al.*, (2020) fueron superiores a los encontrados en esta investigación, quienes obtuvieron valores de 33.11 mm de diámetro ecuatorial en el cultivo de chile habanero utilizando el híbrido Chichen Itzá, a su vez utilizaron fertilización convencional del 75 % más biofertilizante Bonasol®. Por su parte López *et al.*, (2017) indican que sus mejores resultados para esta variable fueron de 2.29 cm quienes evaluaron el régimen nutricional de 14 ( $\text{NO}_3^-$ ), 12:1:7 ( $\text{NO}_3^-:\text{H}_2\text{PO}_4^-:\text{SO}_4^{2-}$ ) y 14:5 ( $\text{NO}_3^-:\text{K}^+$ ) me  $\text{L}^{-1}$  en el cultivo de chile habanero siendo inferiores a los resultados encontrados en esta

investigación. De igual modo Tapia-Vargas *et al.*, (2016) indican que los resultados obtenidos del diámetro ecuatorial del chile habanero negro bajo condiciones de invernadero con sistema hidropónico y haciendo uso de un complejo hormonal (Formax-F®) fueron de 2.44 cm, siendo inferiores a los resultados obtenidos en esta investigación.

**Cuadro 7.** Diámetro ecuatorial (mm) de Chile habanero híbrido Chichen Itzá, con fertilización química, con y sin poda de yema apical en sustratos de arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.

<b>Tratamientos</b>	<b>1<sup>er.</sup> corte</b>	<b>2<sup>do.</sup> corte</b>	<b>3<sup>er.</sup> corte</b>	<b>4<sup>to.</sup> corte</b>	<b>5<sup>to.</sup> Corte</b>
<b>A1S</b>	29.92 a	28.63 abc	26.27 ab	25.85 c	29.61 a
<b>L3S</b>	24.35 d	30.12 a	27.21 ab	26.18 bc	26.51 ab
<b>A11C</b>	29.35 a	27.37 bc	24.82 b	28.18 ab	23.67 b
<b>L31C</b>	26.11 bc	29.13 ab	30.12 a	29.05 a	27.64 a
<b>A12C</b>	27.26 b	26.81 c	28.40 ab	27.77 abc	26.13 ab
<b>L32C</b>	26.01 c	28.28 abc	30.47 a	27.99 abc	27.59 a
<b>A13C</b>	26.30 bc	27.50 bc	26.08 b	25.49 c	26.57 ab
<b>L33C</b>	25.36 cd	29.13 ab	29.30 ab	27.03 bc	26.91 a
<b>p-valor</b>	0.0001	0.0309	0.0178	0.0022	0.1524

A1S= Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, L3S= Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical, A11C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 5 ddt, L31C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 5 ddt, A12C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 10 ddt, L32C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda apical a los 10 ddt, A13C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 15 ddt, L33C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 15 ddt.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, utilizando la prueba LSD Fisher.

## 6.8. Peso de fruto (g)

En el Cuadro 8, podemos observar la variable peso de fruto (g) del híbrido Chichen Itzá. El mejor resultado para esta variable se obtuvo en el primer corte en el tratamiento A1S Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical y fue de 9.46 g fruto<sup>-1</sup>, sin embargo, para el segundo corte no mostraron diferencia significativa entre los tratamientos L31C y A1S donde se obtuvieron los siguientes pesos 8.01g y 7.56 fruto<sup>-1</sup> respectivamente. En el tercer corte se puede observar que no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos A12C y L32C (8.06 y 8.05 mm respectivamente) siendo superiores al resto de los tratamientos. Respecto al cuarto corte se puede observar que el mejor tratamiento fue el L32C Lombricomposta con fertilización cada 3 días con poda apical a los 10 ddt con 6.69 mm, para el quinto corte no hubo diferencias significativas entre tratamientos. Por otro lado, López *et al.*, (2017) mencionan que el mejor peso obtenido para fruto fue de 3.45 g fruto<sup>-1</sup> quienes utilizaron diferentes regímenes de nutrición en chile habanero “Jaguar”, siendo valores inferiores a lo obtenido en esta investigación.

Tucuch-Haas *et al.*, (2012) señalan que el peso del fruto de chile habanero cv. “Criollo Naranja” fue de 5.51 g fruto<sup>-1</sup> bajo condiciones de invernadero, siendo menores a los reportados en esta investigación. Sin embargo, Valdovinos-Nava *et al.*, (2020) quienes utilizaron el híbrido Chichen Itzá, además de fertilización biológica y mineral bajo condiciones de invernadero obtuvieron valores superiores para esta variable siendo el mejor tratamiento el de 75% con fertilización

convencional más biofertilizante Bonasol® obtuvieron un peso de 11.49 g fruto<sup>-1</sup>. Además, en otro estudio, Reyes-Ramírez *et al.*, (2014) quienes inocularon *Pseudomonas sp.*, *Rhizophagus irregularis*, y *A. brasilense* en plantas de *Capsicum chinense* Jacq. reportaron valores de 8.1 g fruto<sup>-1</sup>, valores inferiores a los encontrados en esta investigación.

**Cuadro 8.** Peso del fruto (g) de chile habanero híbrido Chichen Itzá, con fertilización química, con y sin poda de yema apical en sustratos de arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	1 <sup>er</sup> . corte	2 <sup>do</sup> . corte	3 <sup>er</sup> . corte	4 <sup>to</sup> . corte	5 <sup>to</sup> . corte
<b>A1S</b>	9.46 a	7.56 a	6.57 ab	5.90 ab	6.13 a
<b>L3S</b>	5.36 d	7.08 abc	7.16 ab	6.16 ab	6.08 a
<b>A11C</b>	7.41 c	6.55 bc	5.49 b	5.39 bc	5.35 a
<b>L31C</b>	8.26 b	8.01 a	6.63 ab	5.76 ab	5.13 a
<b>A12C</b>	7.49 bc	6.12 c	8.06 a	5.55 abc	4.87 a
<b>L32C</b>	7.29 c	6.31 c	8.05 a	6.69 a	5.40 a
<b>A13C</b>	7.38 c	6.30 c	5.58 b	4.47 c	4.61 a
<b>L33C</b>	6.08 d	7.01 abc	7.60 ab	5.56 ab	5.33 a
<b>p-valor</b>	0.0001	0.0001	0.0637	0.0477	0.1189

A1S= Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, L3S= Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical, A11C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 5 ddt, L31C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 5 ddt, A12C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 10 ddt, L32C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda apical a los 10 ddt, A13C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 15 ddt, L33C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 15 ddt.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, utilizando la prueba LSD Fisher.

## 6.9. Número de lóculos

En el Cuadro 9 se presentan los resultados obtenidos para la variable número de lóculos en el híbrido Chichen Itzá, para el primer corte el mejor tratamiento fue A13C Arena de río con fertilización diaria con poda de yema apical a los 15 ddt obtuvo el mayor número para esta variable 3.73, sin embargo, para el segundo corte el tratamiento A1S Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, obtuvo el mayor número de lóculos con un valor de 3.63, a su vez en el tercer corte el tratamiento A12C Arena de río con fertilización diaria pinchado de yema apical a los 10 ddt tuvo mayor número de lóculos con un valor de 3.65, siendo superior al resto de los tratamientos, para el cuarto corte no hubo diferencia significativa entre tratamientos. En el quinto corte se puede observar que el tratamiento A13C fue el que mejor resultado obtuvo con 3.73, siendo superior al resto de los tratamientos.

Por su parte, Mendoza-Elos *et al.*, (2020) mencionan que el mejor tratamiento para esta variable fue el uso de fertilización combinada, 50 % química más el 50 % orgánica en chile habanero obtuvieron valores de 3, siendo inferiores a los encontrados en esta investigación. De la misma manera, López-Javier (2020) quien utilizó el híbrido Chichen Itzá, utilizando fertilización orgánica y química, en sustrato lombricomposta y bajo condiciones de invernadero reportó valores similares 3.6 lóculos por fruto.

**Cuadro 9.** Número de lóculos en Chile habanero híbrido Chichen Itzá, con fertilización química, con y sin poda de yema apical en sustratos de arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.

<b>Tratamientos</b>	<b>1<sup>er.</sup> corte</b>	<b>2<sup>do.</sup> corte</b>	<b>3<sup>er.</sup> corte</b>	<b>4<sup>to.</sup> corte</b>	<b>5<sup>to.</sup> corte</b>
<b>A1S</b>	3.56 ab	3.63 a	3.14 b	3.24 a	3.50 ab
<b>L3S</b>	3.37 ab	3.47 abc	3.46 ab	3.31 a	3.53 ab
<b>A11C</b>	3.47 ab	3.50 ab	3.21 b	3.28 a	3.36 b
<b>L31C</b>	3.37 ab	3.42 abc	3.47 ab	3.28 a	3.29 b
<b>A12C</b>	3.35 b	3.30 c	3.65 a	3.38 a	3.47 ab
<b>L32C</b>	3.43 ab	3.34 bc	3.21 b	3.43 a	3.38 ab
<b>A13C</b>	3.58 a	3.46 abc	3.25 b	3.20 a	3.73 a
<b>L33C</b>	3.47 ab	3.37 bc	3.60 b	3.31 a	3.35 b
<b>p-valor</b>	0.2362	0.1739	0.1273	0.9381	0.3969

A1S= Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, L3S= Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical, A11C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 5 ddt, L31C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 5 ddt, A12C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 10 ddt, L32C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda apical a los 10 ddt, A13C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 15 ddt, L33C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 15 ddt.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, utilizando la prueba LSD Fisher.

## 6.10. Diámetro de pericarpio (mm)

Para la variable de diámetro de pericarpio en el híbrido Chichen Itzá, los resultados se pueden observar en el Cuadro 10 respecto a los cinco cortes, se obtuvo el mayor diámetro en el primer corte y fue en el tratamiento A1S Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical siendo de 2.95 mm, valor estadísticamente igual al del tratamiento L32C Lombricomposta con fertilización cada tercer día con poda de yema apical 2.72 mm, los resultados para el segundo corte indican que el mejor tratamiento fue el A11C con 2.41 mm aunado a esto, el resultado más bajo para esta variable se presentó en el segundo corte y fue de 1.95 mm fue en el tratamiento L3S Lombricomposta con fertilización cada tercer día sin poda de yema apical. Para el tercer corte el tratamiento A13C fue el mejor estadísticamente con 2.55 mm y superior al resto de los tratamientos. El cuarto corte no presentó diferencia significativa entre tratamientos. El tratamiento L32C fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos con 2.79 mm. Sin embargo, de acuerdo a lo reportado por López-Javier (2020) quien utilizó el híbrido Chichen Itzá utilizando arena de río como sustrato y manejo químico su máximo valor encontrado para el diámetro de pericarpio fue de 2.47 mm, siendo inferiores a los obtenidos en esta investigación.

Mendoza-Elos *et al.*, (2020) mencionan que el mejor tratamiento para esta variable, fue el uso de fertilización combinada, 50 % química más el 50 % orgánica en chile habanero en el cual obtuvieron valores de 0.21 cm.

Moreno *et al.*, (2014) quienes evaluaron el chile húngaro (*Capsicum annuum*) utilizando como sustrato mezclas de vermicomposta con arena bajo condiciones de invernadero, obtuvieron como resultado el valor máximo para diámetro de pericarpio de 0.7 cm.

**Cuadro 10.** Diámetro de pericarpio (mm) de Chile habanero híbrido Chichen Itzá, con fertilización química, con y sin poda de yema apical en sustratos de arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	1 <sup>er.</sup> corte	2 <sup>do.</sup> corte	3 <sup>er.</sup> corte	4 <sup>to.</sup> corte	5 <sup>to.</sup> corte
<b>A1S</b>	2.95 a	2.20 abc	2.15 ab	2.30 a	2.70 ab
<b>L3S</b>	2.44 bc	1.95 c	2.10 b	2.23 a	2.35 b
<b>A11C</b>	2.52 b	2.41 a	2.31 b	2.46 a	2.35 b
<b>L31C</b>	2.40 bc	2.33 ab	2.13 b	2.51 a	2.29 b
<b>A12C</b>	2.45 b	2.22 abc	2.42 ab	2.51 a	2.31 b
<b>L32C</b>	2.72 a	2.33 ab	2.15 ab	2.47 a	2.79 a
<b>A13C</b>	2.22 c	2.30 ab	2.55 a	2.51 a	2.65 ab
<b>L33C</b>	2.45 b	2.19 bc	2.13 ab	2.40 a	2.44 ab
<b>p-valor</b>	0.0001	0.0333	0.2441	0.3135	0.0242

A1S= Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, L3S= Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical, A11C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 5 ddt, L31C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 5 ddt, A12C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 10 ddt, L32C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda apical a los 10 ddt, A13C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 15 ddt, L33C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 15 ddt.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, utilizando la prueba LSD Fisher.

### 6.11. Grados Brix (°Bx) o Sólidos Solubles Totales

En el Cuadro 11 se muestran los valores obtenidos respecto a la concentración de grados Brix o Sólidos Solubles Totales para el híbrido Chichen Itzá, los tratamientos L32C y A13C no presentaron diferencia significativa, y se puede observar que obtuvieron la misma concentración con 4.47 °Bx, sin embargo en este corte se presentó el valor más bajo registrado en todo el experimento, en el tratamiento A12C Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 10 ddt y fue de 3.47 °Bx, para el segundo corte el mejor tratamiento fue el L32C con 5.43 °Bx. Además, se puede ver que en el tercer corte el tratamiento A1S Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, obtuvo el valor más alto 6.70 °Bx, el cual fue estadísticamente mejor que el resto de los tratamientos. Para el cuarto corte los tratamientos L3S y L33C Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical y Lombricomposta con fertilización cada tres días y poda de la yema apical no mostraron diferencia significativa, obteniendo los siguientes resultados 5.03 y 4.91 °Bx respectivamente. Los resultados obtenidos en el quinto corte no presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

De acuerdo con Morales-Díaz (2014) quien obtuvo valores menores a los obtenidos en esta investigación de sólidos solubles totales de 7.75 °Bx, al evaluar dosis de fertilizante foliar Mastergrow en chile jalapeño (*Capsicum annuum*) var. Grande bajo condiciones de invernadero. Por su parte Javier-López (2020) quien utilizó sustrato arena de río con fertilización química (QUIM-AR) en el híbrido

Chichen Itzá, bajo condiciones de invernadero, reportó el valor más alto para esta variable fue de 4.55 °Bx, valor inferior a lo encontrado en esta investigación.

**Cuadro 11.** Concentración de grados Brix (°Bx) o Sólidos Solubles Totales en fruto de Chile habanero híbrido Chichen Itzá, con fertilización química, con y sin poda de yema apical en sustratos de arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.

<b>Tratamientos</b>	<b>1<sup>er.</sup> corte</b>	<b>2<sup>do.</sup> corte</b>	<b>3<sup>er.</sup> corte</b>	<b>4<sup>to.</sup> corte</b>	<b>5<sup>to.</sup> corte</b>
<b>A1S</b>	4.41 ab	4.00 c	6.70 a	4.38 ab	7.53 a
<b>L3S</b>	3.63 cd	4.55 abc	3.92 c	5.03 a	6.51 a
<b>A11C</b>	3.93 bc	4.42 bc	5.84 ab	4.80 ab	7.91 a
<b>L31C</b>	4.11 b	4.45 bc	4.57 c	4.28 b	7.06 a
<b>A12C</b>	3.47 d	4.48 bc	4.54 c	4.72 ab	6.53 a
<b>L32C</b>	4.47 a	5.43 a	4.48 c	4.52 ab	6.51 a
<b>A13C</b>	4.47 a	4.28 c	4.99 bc	4.56 ab	5.95 a
<b>L33C</b>	4.24 ab	4.99 ab	5.16 abc	4.91 a	7.12 a
<b>p-valor</b>	0.0001	0.0110	0.0128	0.2558	0.8867

A1S= Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, L3S= Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical, A11C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 5 ddt, L31C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 5 ddt, A12C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 10 ddt, L32C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda apical a los 10 ddt, A13C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 15 ddt, L33C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 15 ddt.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, utilizando la prueba LSD Fisher.

## 6.12. Rendimiento por planta (g)

Los resultados obtenidos para la variable rendimiento de planta y peso total ambos expresados en gramos (g) se indican en el Cuadro 12 podemos observar que el mayor rendimiento por planta (g) se obtuvo en el primer corte en el tratamiento L33C Lombricomposta con fertilización diaria con poda de yema apical a los 15 ddt con 218.26 g, sin embargo, estadísticamente no presentó diferencias significativas con los tratamientos L32C Lombricomposta con fertilización diaria con poda de yema apical a los 10 ddt (178.70 g), L31C Lombricomposta con fertilización cada 3 días con poda de yema apical a los 5 ddt (168.20 g). Para el segundo corte los mejores tratamientos fueron A1S y A11C con 63.87 y 59.22 g respectivamente. Se puede observar en el tercer corte que el mejor tratamiento fue el L32C con 50.07 g, siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Respecto a los valores obtenidos para el cuarto corte el mejor tratamiento fue el L31C Lombricomposta con fertilización cada 3 días con poda de yema apical a los 5 ddt con 92.47 g, siendo estadísticamente mejor que el resto de los tratamientos, sin embargo, el último corte el quinto no hubo diferencias significativas entre tratamientos. Cabe mencionar que el tratamiento LS3 Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical obtuvo los valores más bajos en cuatro de cinco cortes, en comparación con los demás tratamientos.

De acuerdo con Javier-López (2020) quien utilizó el híbrido Chichen Itzá, reporta un valor máximo de rendimiento por planta en el primer corte de 176.91

g/planta en su tratamiento sustrato lombricomposta al 100 % con manejo orgánico, valores similares a los obtenidos en esta investigación.

De acuerdo a los resultados se puede observar que el mejor resultado de peso total de g/planta que se obtuvo en esta investigación fue en el tratamiento L33C Lombricomposta con fertilización diaria con poda de yema apical a los 15 ddt con 359.26 g, seguido de los tratamientos L31C y el L32C, obteniendo 342.91 y 296.04 (g) respectivamente, siendo estadísticamente iguales. El valor más bajo de peso total se presentó en el tratamiento L3S Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical obteniendo 157.54 g/planta.

Por su parte, Tucuch-Hass *et al.*, (2012) quienes evaluaron chile habanero cv. "Criollo Naranja" con solución Steiner a una relación  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  de 10/90 %, respectivamente, en combinación con una mezcla de sustrato tezontle-fibra de coco (75 – 25 % respectivamente) y con granulometría de tezontle de 10-20 mm, reportaron valores de rendimiento de 302 g/planta, siendo inferiores a los encontrados en esta investigación. Sin embargo, López *et al.*, (2020) utilizaron chile habanero variedad "Jaguar", indican que obtuvieron su mejor rendimiento de 616.9 g por planta en seis cortes de fruto, en el tratamiento sin poda/RN2 solución nutritiva específica para cada etapa fenológica del cultivo, valor que supera el 58 % reportado en esta investigación.

**Cuadro 12.** Rendimiento de planta (g) y peso total (g) en chile habanero híbrido Chichen Itzá, con fertilización química, con y sin poda de yema apical en sustratos de arena de río y lombricomposta bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Cortes					Peso total (g)
	1 <sup>er.</sup>	2 <sup>do.</sup>	3 <sup>er.</sup>	4 <sup>to.</sup>	5 <sup>to.</sup>	
<b>A1S</b>	136.65ab	63.87 a	31.28 ab	16.93 b	18.95 a	267.68 ab
<b>L3S</b>	72.67 b	27.40 b	15.52 b	19.12 b	22.83 a	157.54 b
<b>A11C</b>	137.97ab	59.22 a	23.60 ab	25.95 b	23.73 a	270.47 ab
<b>L31C</b>	168.20 a	39.68 ab	22.18 ab	92.47 a	20.38 a	342.91 a
<b>A12C</b>	143.26ab	48.08 ab	35.69 ab	24.93 b	30.15 a	282.11 ab
<b>L32C</b>	178.70 a	27.73 b	50.07 a	22.30 b	17.24 a	296.04 a
<b>A13C</b>	148.58ab	39.87 ab	21.38 ab	16.70 b	15.63 a	242.16 ab
<b>L33C</b>	218.26 a	49.01 ab	28.00 ab	45.54 b	18.45 a	359.26 a
<b>p-valor</b>	0.1585	0.5163	0.5163	0.0051	0.9260	0.1527

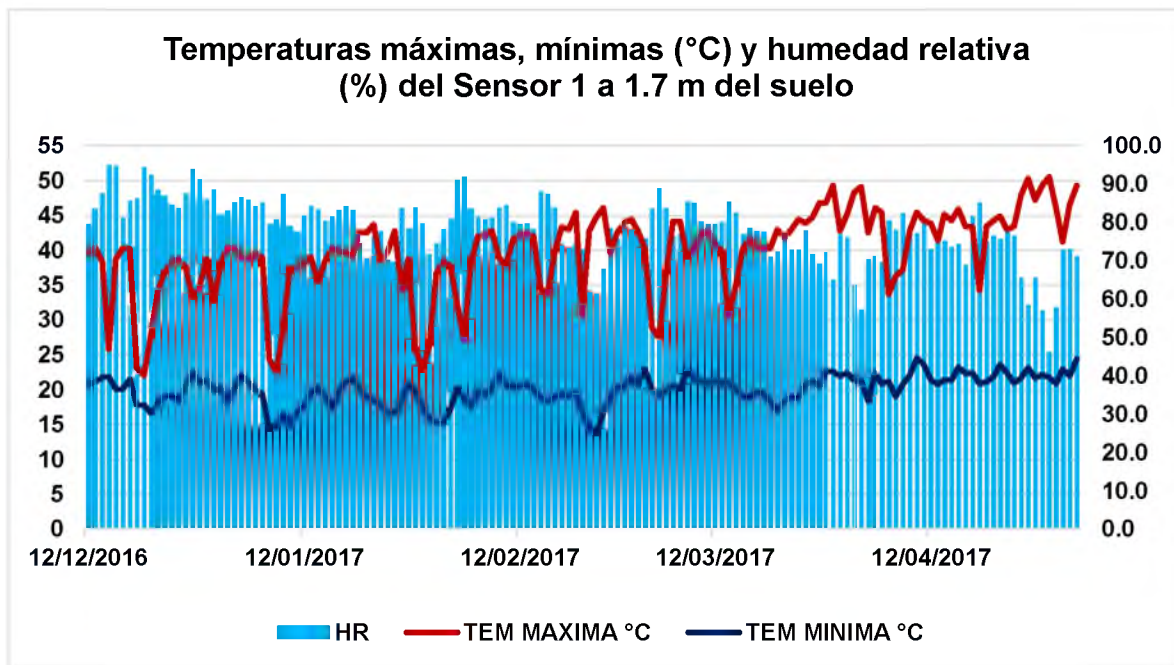
A1S= Arena de río con fertilización diaria sin poda de yema apical, L3S= Lombricomposta con fertilización cada 3 días sin poda de yema apical, A11C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 5 ddt, L31C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 5 ddt, A12C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 10 ddt, L32C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda apical a los 10 ddt, A13C= Arena de río con fertilización diaria y poda de yema apical a los 15 ddt, L33C= Lombricomposta con fertilización cada 3 días y poda de yema apical a los 15 ddt.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, utilizando la prueba LSD Fisher.

### 6.13. Datos de Temperatura (°C) y Humedad relativa (%) en el invernadero durante la investigación

En la Gráfica 1 se obtienen los de la temperatura máxima, la cual se reflejó en los meses de marzo, abril y mayo, siendo la temperatura máxima de 50.5 °C para el mes de abril. Por otro lado, las temperaturas mínimas fueron en los meses de diciembre, enero y febrero, durante el periodo de estudio la temperatura mínima fue de 13.6 °C en el mes febrero. Por otra parte, la humedad relativa más alta se registró en el mes de diciembre con un porcentaje de 94.8 %, mientras que la humedad relativa más baja fue en el mes de abril con un porcentaje de 46.0%.

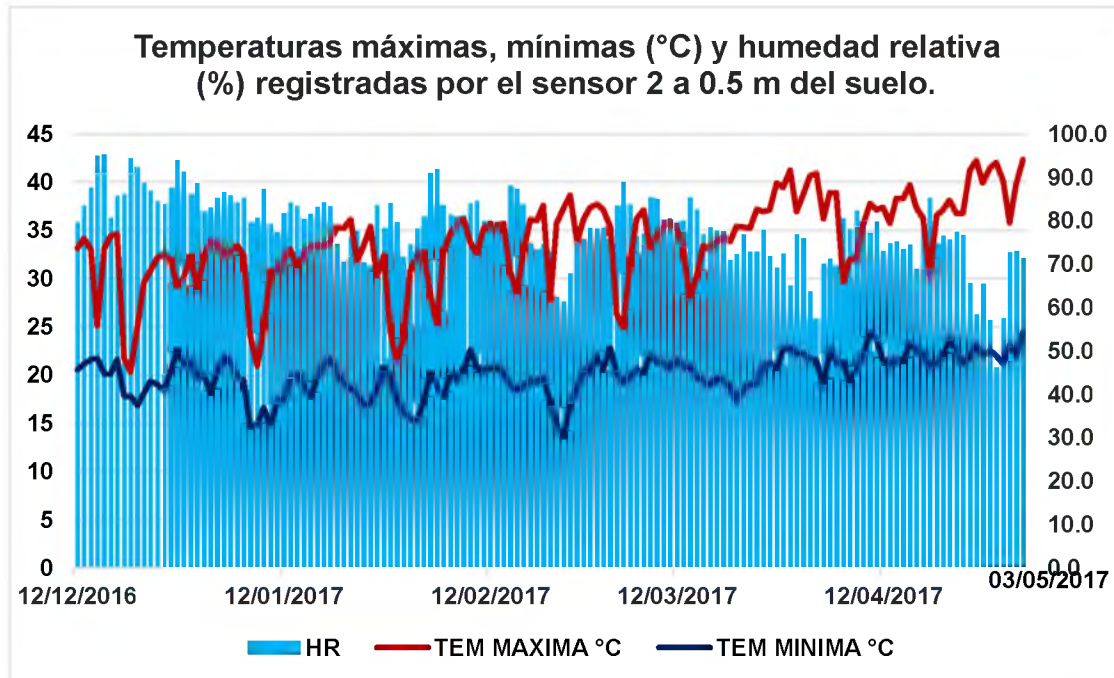
**Gráfica 1.** Temperaturas máximas, mínimas (°C) y Humedad relativa (%) del sensor 1 registrada a una altura de 1.7 m del suelo.



El sensor 2 que se ubicó a una altura de 0.50 m del suelo, para determinar las temperaturas máximas, mínimas (°C) y humedad relativa (%) se muestran en la

Respecto a la Gráfica 2 las temperaturas máximas se presentaron en los meses de marzo, abril y mayo, siendo la mayor temperatura de 42.3 °C en el mes de mayo. Respecto a las temperaturas mínimas se presentaron en los meses de diciembre, enero y febrero, registrándose la temperatura mínima de 13.5 °C en el mes de febrero. Por otra parte, la humedad relativa más alta se registró en el mes de diciembre con un valor de 95.2 %, mientras que la humedad relativa más baja se registró en el mes de abril con un valor de 46.1%.

**Gráfica 2.** Temperaturas máximas, mínimas (°C) y humedad relativa (%) del sensor 2 registrada a una altura de 0.5 m del suelo.



## 7. CONCLUSIONES

El uso de sustrato orgánico lombricomposta y la aplicación de la fertilización química cada tercer día y poda de yema apical a los 5 ddt, presentó un resultado positivo en las variables de calidad de fruto y en la producción del chile habanero híbrido Chichen Itzá bajo condiciones de invernadero establecido en Loma Bonita, Oaxaca.

Respecto a los resultados obtenidos para las variables morfológicas los tratamientos en los cuales no se utilizó la poda de yema apical, fueron superiores respecto a los demás tratamientos en los cuales, si se realizó la poda de yema apical, sin embargo, no son representativos en las variables de calidad de fruto y rendimiento.

La producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) realizando poda de yema apical, utilizando lombricomposta como sustrato y fertilización química cada 3 días bajo condiciones de agricultura protegida en Loma Bonita, Oaxaca puede ser considerada una alternativa de producción para la región.

## 8. LITERATURA CITADA

- Abad, B. M. y Noguera, P. 2000. Los sustratos en los cultivos sin suelo. En: Urrestarazu, G. M. (ed). Manual de cultivo sin suelo 2ª ed. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp. 137-185.
- Aragón P. De L., L. H. 1995. Factibilidades Agrícolas y Forestales en la República Mexicana. Ed. Trillas. México, D.F.
- Asher C. J, & Edwards D.G. 1983. Modern solution culture techniques. In: A Pirson & Zimmermand M. H (Eds). Encyclopedia of Plant Physiology. Vol. 15-A. Pp. 94-119.
- Barbado J.L., 2005, HIDROPONIA, Editorial ALBATROS SACI. Buenos Aires Argentina.
- Borges-Gómez, L., C. Moo-Kauil, J. Ruíz-Novelo, M. Osalde-Balam, C. González-Valencia, C. Yam-Chimal y F. Can-Puc. 2014. "Suelos destinados a la producción de chile habanero en Yucatán: características físicas y químicas predominantes." *Agrociencia* 48: Pp. 348-356.
- Bosland, P. W. y S. Walker. 2014. "Growing Chiles in New Mexico." *NM STATE UNIVERSITY* 1: Pp. 2-6.
- Bosland, P.W. 1996. *Capsicums: Innovative uses of an ancient crop.* p. 479- 487. In: J. Janick (ed.), *Progress in new crops.* ASHS Press, Arlington, VA.
- Cabrera, R. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo – Serie Horticultura.* 5 (1) Pp. 5-11.

- Capistran, F., Aranda., E. y Romero, J. C. 2001. Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. Instituto de ecología. Xalapa, Veracruz, México. Pp.79-137.
- Carbone, A.V. 2015. Nutrición Mineral. En: Cultivo en Hidroponía. J. Beltrano y D. O. Giménez (coords.) Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina. Pp. 62-72.
- Cauchi, O., J. J. G. Quezada-Euán, V. Meléndez-Ramírez, G. R. Valdovinos-Núñez, and H. Moo-Valle. 2006. Pollination of habanero pepper (*Capsicum chinense*) and production in enclosures using the stingless bee *Nannotrigina perilampoides*. Journal of Apicultural Research 45 (3): Pp.125–30. doi: 10.1080/00218839.2006.11101330.
- Compagnoni, L y G. Putzolu. 1990. Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus. Edit. Vecchi. España. Pp. 60-82.
- Domínguez, J. 2004. State of the art and new perspectives on vermicomposting research. Pp. 402-421. In: C. A. Edwards (ed.). Earthworm Ecology. CRC Press. Spain.
- Equipo de Consultoría para la Agricultura Orgánica (ECAO). 2002. Manual de producción de Chile Habanero Ecológico. Petén. Guatemala. 20 p.
- FAO – SAGARPA. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2007. Producción de hortalizas a cielo abierto y bajo

condiciones protegidas. México. p. 33. Disponible en [www.sagarpa.gob.mx/pesa/docs\\_pdf/proyectos\\_tipo/invernaderos.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/pesa/docs_pdf/proyectos_tipo/invernaderos.pdf).

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0.AGLS.FAO. Rome, Italy.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2020. Cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

FIRCO. Fideicomiso de Riesgo Compartido. 2017. Chile Habanero con, Denominación de Origen. <https://www.gob.mx/firco/articulos/chile-habanero-con-denominacion-de-origen?idiom=es>

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto Nacional de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F.

Graves, C.J. y R.G. Hurd. 1983. Intermittent circulation in the nutrient film technique. Acta Hort. 133: Pp. 47-52.

Halfacre G., R. 1979. Horticultura. AGT Editor, S.A. México, D.F. 727 p.

Hernández, F. R. 2014. PROYECTO DE INVERSION PARA UN INVERNADERO RUSTICO EN LA PRODUCCION DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN NEVO PROGRESO BACALAR QUINTANA ROO [Informe Técnico De Residencia Profesional, Instituto Tectológico De La Zona Maya, Ejido Juan Sarabia Quintana Roo] Subsecretaria De Educación

Superior, Dirección General De Educación Superior Tecnológica, Instituto Tecnológico De La Zona Maya.

Honorable Ayuntamiento Constitucional de Loma Bonita, Oaxaca. 2008. Plan Municipal de Desarrollo. Página de internet: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Oaxaca/Todos%20los%20Municipios/wo46349.pdf>.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2014. Mapa digital de México. Página de internet: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF00iE4LiEwMDk4LGxvbiotOTUuODk2MDAseioxNSxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N8dGMxMTFzZXJ2aWNpb3M=>

Javier López, L. 2020. PRODUCCIÓN DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN SUSTRATO LOMBRICOMPOSTA CON MANEJO ORGÁNICO Y MANEJO CONVENCIONAL BAJO INVERNADERO. [Tesis de Licenciatura, Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita, Oaxaca] Repositorio Institucional - Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita, Oaxaca.

Jensen, M.H. and Collins, W.L. 1985. Hydroponic vegetable production. Horticultural Reviews. 7: Pp. 483-558.

Kilpatrick J. 2018. "How to Prune a Habanero Plant". Home guides | SF Gate. Página de internet: <https://homeguides.sfgate.com/prune-habanero-plant-32084.html>. (Consulta 24/mayo/2019).

Lara H., A. 2000. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. Terra Latinoamericana 17 (3): 221-229.

- Lightbourn, R. L. A. 2011. Manejo del estrés por temperatura en los cultivos. I Congreso Internacional de Nutrición y Fisiología Vegetal Aplicadas. Guadalajara, Jalisco, México. Pp. 99-112.
- Long-Solís, J. 1998. *Capsicum* y cultura: La historia del chile. México. Fondo de Cultura Económica. 2ª. Edición. Pp. 77-78.
- López Gómez, J. D. 2018. PRODUCTIVIDAD, CALIDAD Y PUNGENCIA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) POR EFECTO DEL RÉGIMEN NUTRIMENTAL, PODAS DE CONDUCCIÓN Y FERTILIZACIÓN FOLIAR [Tesis Doctoral, Universidad Autónoma del Estado de Morelos] Repositorio de tesis de la Universidad Autónoma de Morelos. <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/494/LOGDMN02T.pdf?sequence=1&isAllowed=>
- López, P.G., A.F. Canto y N.B. Santana. 2009. "El reto biotecnológico del chile habanero". Ciencia 60: Pp. 30-35.
- López-Gómez, J.D., Nava, S. H., Villegas-Torres, G. O., Rodríguez, A. M. 2020. Rendimiento y calidad del chile habanero en respuesta a la poda de conducción y régimen nutricional. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 11. Núm. 2. Facultad de Ciencias Agropecuarias-Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México.
- [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342020000200315&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342020000200315&script=sci_arttext)

- López-Gómez, José Daniel; Villegas-Torres, Oscar Gabriel; Sotelo Nava, Héctor; Andrade Rodríguez, María; Juárez López, Porfirio; Martínez Fernández, Edgar. Rendimiento y calidad del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) por efecto del régimen nutrimental. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 8, núm. 8, noviembre-diciembre, 2017. Pp. 1747-1758 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México.
- Maldonado T. R. 1991. Efecto de los cultivos y poda sobre la composición mineral de las hojas de árboles frutales. Dirección de difusión cultural. UACH. 225.
- Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2a ed. Academic Press. San Diego, CA, EEUU. Pp. 889
- Martínez P. R., Soriano F. A. R. 2014. Propiedades físicas y químicas de los sustratos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Tecomán. Km 35 Carretera Colima-Manzanillo.
- Martínez-Cerdas, C. 1996. Potencial de la Lombricultura. In: A. Carballo-Quirós y S. Bravo-González (eds.), Lombricultura Técnica Mexicana. Texcoco, Edo. de México, México. ISBN: 9709169203.
- Mendoza-Elos, M.; Zamudio-Álvarez, L.F; Cervantes-Ortiz, F.; Chable-Moreno, F.; Frías-Pizano, J., y Gámez-Vázquez, A. J. 2020. Rendimiento de semilla y calidad de fruto de chile habanero con fertilización química y orgánica. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 11 (8): Pp. 1749-1761.

Morales Díaz J. L. 2014. Evaluar la Calidad de Chile Jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con la Aplicación de Fertilizante Foliar (Mastergrow) en Invernadero. [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro] Repositorio Institucional - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Saltillo, Coahuila.  
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1167/40048%20MORALES%20DIAZ.%20JORGE%20LUIS%20%20%20%20%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Morales-Munguía, J. C., M. V. Fernández-Ramírez, A. Montiel-Cota y B. C. Peralta-Beltrán. 2009. Evaluación de sustratos orgánicos en la producción de lombricomposta y el desarrollo de lombriz (*Eisenia foetida*). Biotecnia 11: 19-26.

Moreno R., A; Aguilar D., J. y Luévano G., A. 2011. Características de la agricultura protegida y su entorno en México. Revista Mexicana de Agronegocios 15 (29): Pp. 763-774.

Moreno-Reséndez, A., Rodríguez-Dimas, N., Reyes-Carrillo, J.L., Márquez-Quiroz, C. Reyes-González, J. 2014. Comportamiento del chile Húngaro (*Capsicum annuum*) en mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones protegidas. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCUIYO. 46 (2): Pp. 97-111.

Nieves Gonzales, F., Alejo Santiago, G., Luna Esquivel, G., Lemus Flores, G., Juárez López, P., y Salcedo Pérez, E. 2015. Extracción y Requerimientos de

Fosforo en Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) "Big Brother"  
Interciencia. 40 (4): Pp. 282-286.

Norma Mexicana NMX-FF-025-SCFI-2014. PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO  
INDUSTRIALIZADOS PARA CONSUMO HUMANO – CHILE FRESCO  
(*Capsicum* spp) – ESPECIFICACIONES (CANCELA A LA NMX-FF-025-  
SCFI-2007. 31 p. <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-ff-025-scfi-2014.pdf>

Olivares-Campos, M. A., A. Hernández-Rodríguez, C. Vences-Contresa, J. L.  
Jáquez-Balderrama y D. Ojeda-Barrios. 2012. Univ. Cienc. Tróp. Húm. 28:  
27-37.

Ortiz R. J. 2017. Rendimiento y calidad de chile habanero (*Capsicum chinense*  
Jacq.) bajo fertilización química y orgánica en condiciones de invernadero.  
[Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma Agraria Antonio  
Narro]. Repositorio Institucional - Universidad Autónoma Agraria Antonio  
Narro Saltillo, Coahuila.

Pacheco M. J. A. 2005. Proceso de producción de chile habanero en salsa, a  
desarrollarse en el departamento del Petén. Universidad de San Carlos de  
Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica  
Industrial.

Patiño-Torres, A. J. y Jaimez-Arellano, R. E. 2016. Relación Fuente-Fuerza de la  
demanda en el aborto de estructuras reproductivas, tasa fotosintética y  
rendimiento en *Capsicum annuum*. México. Agrocienza. 50(5): Pp. 649-664.

- Ponce, V. J. J.; Peña-Lomelí, A.; Rodríguez-Pérez, J. E.; Mora-Aguilar, R.; Castro-Brindis, R. y Magaña, L. N. 2012. Densidad y poda en tres variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. Ex Horm.) cultivado en invernadero. México. Rev. Chapingo Ser. Hortic. 18(3): Pp. 325-332.
- Poot, M. J. E. 2004. Agricultura ecológica y manejo de plagas en comunidades rurales de Tabasco. Rev. Diálogos 14: Pp. 15-20.
- Ramírez, J.G.; Avilés, B.W.; Dzib, E.R. 2006. Áreas con Potencial Productivo para Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en el Estado de Yucatán. In: Primera Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. INIFAP, COFUPRO, CICY, AMEAS Y OTRAS INSTITUCIONES. Mérida, Yucatán, México. 66 p.
- Ramírez-Luna, E.; Castillo-Aguilar, C. de la C.; Aceves-Navarro, E.; Carrillo-Ávila, E. EFECTO DE PRODUCTOS CON REGULADORES DE CRECIMIENTO SOBRE LA FLORACIÓN Y AMARRE DE FRUTO EN CHILE 'HABANERO' REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA, vol. 11, núm. 1, enero-junio, 2005, pp. 93-98 Universidad Autónoma Chapingo, México. <https://www.redalyc.org/pdf/609/60912502014.pdf>
- Rangel, C., L. 2016 Crecimiento de Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) Bajo diferente espaciamiento entre hileras en la comarca Lagunera. [Tesis de maestro, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila, México]. Repositorio Institucional - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Saltillo, Coahuila.

- Reyes-Ramírez, Arturo, López-Arcos, Mauricio, Ruiz-Sánchez, Esaú, Latournerie-Moreno, Luis, Pérez-Gutiérrez, Alfonso, Lozano-Contreras, Mónica G., & Zavala-León, Manuel J. 2014. Efectividad de inoculantes microbianos en el crecimiento y productividad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Agrociencia*, 48(3), Pp. 285-294. Recuperado en 08 de julio de 2021, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952014000300004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952014000300004&lng=es&tlng=es).
- Ruiz C., J. A.; García G., M.; Acuña I., J.G. Trejo C., O.; López H., F.; Parra R., M, y Murphy K., F. B. 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. INIFAP-SARH, México.
- Ruiz-Lau N., Medina, I., F. Martínez, E., M. 2011. El chile habanero: su origen y usos. 

usos.	Página	de	internet:
-------	--------	----	-----------

[http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/62\\_3/PDF/Habanero.pdf](http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/62_3/PDF/Habanero.pdf). (consulta 10/09/18).
- Rylski, I., 1985. *Capsicum*. In: Halevy, H.A. (Ed.), CRC Handbook of Flowering. CRC Press, Boca Ratón, FL, Pp. 140–146.
- Sánchez del C., F. 2008a. Perspectivas de horticultura protegida en México. In: Módulo I. Introducción y fundamentos de la horticultura protegida. Primer curso de especialización en horticultura protegida. UACH. Departamento de Fitotecnia, Chapingo, México.

- Scoville, W. L. (1912). Note on Capsicums. The Journal of the American Pharmaceutical Association (1912), 1(5), 453–454. doi:10.1002/jps.3080010520.
- Segal BG (1989) Chemistry: Experiment and Theory. Wiley. Nueva York, EEUU. Pp.1008.
- Serrano C. Z. 1979. Cultivo De Hortalizas en Invernaderos. Ed. AEDOS. 431 p.
- Serrano C. Z. 1996. Veinte cultivos de hortalizas en invernadero. Ed. Zoilo Serrano, C. Sevilla. Pp. 433-487.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2017. Atlas Agroalimentario 2012-2018. Página de internet: [https://nube.siap.gob.mx/gobmx\\_publicaciones\\_siap/paq/2018/Atlas-Agroalimentario-2018](https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/paq/2018/Atlas-Agroalimentario-2018) (consulta: 08/julio/2020).
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2019. Anuario estadístico de la producción agrícola. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (Consulta: 27/08/2020).
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2019. Chile verde para todos los gustos. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/articulos/chile-verde-para-todos-los-gustos> (Consulta: 27/08/2020).
- SIAP. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. 2020. Anuario estadístico de la producción agrícola. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

- Soria, F. M., A. Trejo, J. Tun, R. Saldívar (2002), Paquete tecnológico para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.), Secretaría de Educación Pública/ SEIT/Instituto Tecnológico Agropecuario de Conkal, Yucatán, Pp. 1-21.
- Steiner A.A. 1961. A Universal Method for Preparing Nutrient Solutions of a Certain Desired Composition. *Plant Soil*. 15: Pp. 134-154.
- Steiner A.A. 1966. The Influence of the Chemical Composition of a Nutrient Solution on the Production of Tomato Plants. *Plant Soil*. 24: Pp. 434-466.
- Steiner A.A. 1968. Soilless culture. En Proc. 6th Colloq. Int. Potash Inst. Florence, Italy. Pp. 324-341.
- Steiner A.A. 1973. The Selective Capacity of Tomato Plants for Ions in a Nutrient Solution. En Proc. 3rd Int. Cong. Soilless Cult. Sassari, Italy. Pp. 43-54.
- Steiner A.A. 1980. The Selective Capacity of Plants for Ions and its Importance for the Composition and Treatment of the Nutrient Solution. En Proc. 5th Int. Cong. Soilless Cult. Wageningen, Holanda. Pp. 83-94.
- Steiner A.A. 1984. The Universal Nutrient Solution. En Proc 6th Int. Cong. Soilless Cult. Pp. 633-649.
- Tapia-Vargas, Mario; Larios-Guzmán, Antonio; Díaz-Sánchez, Deisy D.; Ramírez-Ojeda, Gabriela; Hernández-Pérez, Anselmo; Vidales-Fernández, Ignacio; Guillén-Andrade, Héctor PRODUCCION HIDROPÓNICA DE CHILE HABANERO NEGRO (*Capsicum chinense* Jacq.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 39, núm. 3, 2016, Pp. 241-245 Sociedad Mexicana de

Fitogenética, A.C. Chapingo, México.  
<https://www.redalyc.org/pdf/610/61046936008.pdf>.

Trujillo, A. J. 2005. Descripción varietal del chile habanero *Capsicum chinense* Jacq. in H.P. Torres, C.C. Franco (eds), seminario de chile habanero. Fundación produce Yucatán, A. C. Memoria. México, Pp. 14-19.

Tucuch, H. C. J.; Alcántar, G. G.; Ordaz, Ch. V. M.; Santizo, R. J. A. y Larqué, S. 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 Latinoamérica. 30: Pp.9-15.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792012000100009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792012000100009)

Tun Dzul. J de la C. 2001. Características y tecnología de producción de chile habanero. Centro de Investigación Regional del Sureste. INIFAP-SAGARPA. Mocochoá, Yucatán, México. Pp. 5-74.  
<http://biblioteca.inifap.gob.mx->

Valdovinos-Nava, W. Chan-Cupul, W. Hernández-Ortega H. A. & Ruíz-Sánchez, E. 2020: Effects of biological and mineral fertilization on the growth, nutrition, and yield of *Capsicum chinense* under greenhouse conditions, Journal of Plant Nutrition, DOI: 10.1080/01904167.2020.1771586.  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01904167.2020.1771586>.

Villa, C. M. M., Catalán V. E., Inzunza I. M. y L. A Román. 2005. Manejo de la fertilización en plántulas de tomate para trasplante. Agrofaz. 5(3): Pp. 1-4.

Villa, C. M., Catalán, V. E. A., Inzunza, I. A., Román, L. A., Macías, R. H., Cabrera, R. D. 2014. Producción Hidropónica de Chile Habanero en Invernadero. Centro de Nacional de Investigación Disciplinara en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera. Folleto Técnico Número 34.

## 9. ANEXOS

### Análisis de sustratos utilizados en la investigación

#### Arena de río



UACH DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO CENTRAL UNIVERSITARIO



#### TIPO DE MUESTRA: ARENA DE RÍO (1 MUESTRA)

Nº CONTROL	M. O. %	N Tot. %	N Inorg. mgKg <sup>-1</sup>	P mgKg <sup>-1</sup>	K mgKg <sup>-1</sup>	Na mgKg <sup>-1</sup>	Ca mgKg <sup>-1</sup>
23	0.26	0.01	7.4	2.07	41	36	382

Nº CONTROL	Mg mgKg <sup>-1</sup>	Fe mgKg <sup>-1</sup>	Cu mgKg <sup>-1</sup>	Zn mgKg <sup>-1</sup>	Mn mgKg <sup>-1</sup>	B mgKg <sup>-1</sup>	C:N
23	79.22	6.94	0.44	0.49	1.65	0.88	15.1

#### METODOLOGIA:

**MATERIA ORGANICA (MO):** WALKLEY Y BLACK.

**NITROGENO TOTAL (N Tot.):** DETERMINADO POR ARRASTRE DE VAPOR:KJELDAHL.

**NITROGENO INORGANICO (N Inorg.):** EXTRAIDO CON CLORURO DE POTASIO 2N Y DETERMINADO POR ARRASTRE DE VAPOR.

**FOSFORO ASIMILABLE (P):** OLSEN.

**POTASIO, SODIO (K, Na):** EXTRAIDO EN ACETATO DE AMONIO 1.0 N, pH 7.0, RELACIÓN 1:20 Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE EMISIÓN DE FLAMA.

**CALCIO, MAGNESIO (Ca, Mg):** EXTRAIDO CON ACETATO DE AMONIO 1.0 N, pH 7.0, RELACIÓN 1:20 Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATOMICA.

**HIERRO, COBRE, ZINC, MANGANESO (Fe, Cu, Zn, Mn):** EXTRAIDO CON DTPA RELACIÓN 1:4 Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.

**BORO (B):** EXTRAIDO CON CaCl<sub>2</sub> 1.0M Y DETERMINADO POR FOTOCOLORIMETRIA CON AZOMETINA-H

**RELACIÓN CARBONO/NITROGENO (C:N):** ESTIMADO POR CALCULO.

#### IDENTIFICACION

23: ARENA DE RÍO.

## Lombricomposta



UACH DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO CENTRAL UNIVERSITARIO



TIPO DE MUESTRA: LOMBRICOMPOSTA (1 MUESTRA)

Nº CONTROL	pH	CE dSm <sup>-1</sup>	MO %	N %	P %	K %	Na %	Ca %	Mg %
LC-24	6.00	1.73	42.36	1.09	0.59	1.10	0.27	0.55	0.23

Nº CONTROL	CIC Cmol(+) Kg <sup>-1</sup>	Fe %	Cu mgKg <sup>-1</sup>	Zn mgKg <sup>-1</sup>	Mn mgKg <sup>-1</sup>	B mgKg <sup>-1</sup>	Dens. Apar. tm <sup>-3</sup>	C:N
LC-24	38.6	0.14	151.20	162.70	232.70	171.99	0.99	22.5

### METODOLOGIA:

pH: POTENCIOMETRICO EN RELACIÓN MUESTRA: AGUA, 1.5.

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE): PUENTE DE CONDUCTIVIDAD EN RELACIÓN MUESTRA: AGUA, 1.5.

MATERIA ORGANICA (MO): WALKLEY Y BLACK.

NITROGENO (N): DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO POR ARRASTRE DE VAPOR KJELDAHL.

FOSFORO (P): DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO POR FOTOCOLORIMETRIA POR REDUCCION CON MOLIBDO-VANADATO.

POTASIO, SODIO (K, Na): DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE EMISION DE FLAMA.

CALCIO, MAGNESIO, HIERRO, COBRE, ZINC, MANGANESO (Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn): DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC): ACETATO DE AMONIO 1.0 N pH 7.0 Y DETERMINADO POR ARRASTRE DE VAPOR.

BORO (B): DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO POR FOTOCOLORIMETRIA DE AZOMETINA-H.

DENSIDAD APARENTE (DAP.): METODO DE LA PROBETA.

CARBONO/NITROGENO (C:N): ESTIMADO POR CALCULO.

## 10. APÉNDICE

**Apéndice 1.** Evidencia fotográfica tomada, durante el desarrollo de la investigación



**Figura 1.** Siembra de semillas de chile habanero *Capsicum chinense* Jacq. híbrido Chichen Itzá, en charolas de poliestireno de 200 cavidades en sustrato Peat-moss.



**Figura 2.** Plántulas de chile habanero *Capsicum chinense* Jacq. híbrido Chichen Itzá.



**Figura 3.** Esterilización del sustrato arena de río y lombricomposta en un tambo de acero de una capacidad de 200 L.



**Figura 4.** Trasplante de plántulas de chile habanero *Capsicum chinense* Jacq. híbrido Chichen Itzá en sustratos arena de río y lombricomposta.



**Figura 5.** Poda de brotes laterales y hojas en chile habanero *Capsicum chinense* Jacq.



**Figura 6.** Tutoreo en plantas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) híbrido Chichen Itzá.



**Figura 7.** Distribución de los tratamientos para la evaluación de fechas de poda de yema apical, fertilización química en sustratos arena de río y lombricomposta, en híbrido Chichen Itzá.



**Figura 8.** Desarrollo del cultivo de chile habanero híbrido Chichen Itzá, a) presencia de botones florales, b) floración, c) fructificación y d) cosecha.



**Figura 9.** Toma de datos: morfología del cultivo, calidad de fruto y rendimiento de chile habanero *Capsicum chinense* Jacq. híbrido Chichen Itzá, evaluación de fechas de poda de yema apical, fertilización química en sustratos arena de río y lombricomposta.

**Apéndice 2.** Participación en eventos de divulgación científica y de interés para el lector.



**V CONGRESO INTERNACIONAL DE AGRONOMÍA TROPICAL**  
27 AL 29 SEPTIEMBRE 2017

UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO  
"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

División Académica de Ciencias Agropecuarias

FEMEXPALMA  
Fomento al Empleo de la Zona de Palmar

Gobierno del Estado de Tabasco

SE Secretaría de Educación

CCYTET

REDVITAB

Otorgan la presente

# Constancia

**A:** Eli Elizabeth Luis-Ruiz, Ana Rosa Ramírez-Seañez, Rogelio Enrique Palacios-Torres, José Ángel Rueda-Barrientos, Leonel Javier-López, Santos Pérez-Ortiz

Por su participación como Ponente Oral, con la ponencia MORFOLOGÍA DE CHILE HABANERO CON DIFERENTES FECHAS DE PINCHADO Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN DOS SUSTRATOS, BAJO INVERNADERO EN EL TRÓPICO OAXAQUEÑO

  
**Dr. Roberto Flores Bello**  
Director División Académica de Ciencias Agropecuarias

  
**Dr. César Márquez Quiroz**  
Presidente Comité Organizador

## MORFOLOGÍA DE CHILE HABANERO CON DIFERENTES FECHAS DE PINCHADO Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN DOS SUSTRATOS, BAJO INVERNADERO EN EL TRÓPICO OAXAQUEÑO

**Eli Elizabeth Luis-Ruiz**, Ana Rosa Ramírez-Seañez\*, Rogelio Enrique Palacios-Torres, José Ángel Rueda–Barrientos, Leonel Javier-López y Santos Pérez-Ortiz.

Ingeniería Agrícola Tropical. Universidad del Papaloapan. Av. Ferrocarril s/n, ciudad universitaria. Loma Bonita Oaxaca, México. C.P. 68400. \*correo autor responsable: ana\_ramirez04@hotmail.com.

**Resumen.** Los bajos rendimientos de chile habanero producidos en México, nos da la pauta para implementar nuevas técnicas de producción, las cuales tengan como resultado cosechas de mayor calidad e incremento en la producción. En este mismo sentido, la realización del pinchado en diferentes fechas, asimismo como la aplicación de fertilización química en forma adecuada en conjunto con sustratos que sean de fácil obtención en la región, los cuales servirán de aliados para el correcto desarrollo del cultivo de chile habanero en el trópico oaxaqueño. Por lo anterior descrito, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el comportamiento morfológico del híbrido Chichén Itzá en varias fechas de pinchado de plántulas (a los 5 ddt, 10 ddt y 15 ddt), así como el testigo sin pinchar y la utilización del fertilizante químico (solución Steiner) utilizando dos sustratos (lombricomposta con fertilización cada tercer día y arena de río con fertilización diaria). El tratamiento arena con fertilización diaria y pinchado a los 5 días después del trasplante obtuvo el mejor resultado en la variable altura de planta, sin embargo, este tratamiento en la variable número de botones obtuvo resultados similares con los demás tratamientos. Para la variable número de flores a la edad de 51 días el testigo arena con fertilización diaria y el testigo lombricomposta con fertilización cada 3 días obtuvieron los mejores resultados.

**Palabras clave:** Arena de río, *Capsicum chinense* Jacq, lombricomposta.



**V** CONGRESO  
INTERNACIONAL  
DE AGRONOMÍA  
TROPICAL  
27 AL 29  
SEPTIEMBRE  
2017



Otorgan la presente

# Constancia

**A:** Leonel Javier-López, Rogelio Enrique Palacios-Torres, Ana Rosa Ramirez-Seañez, José Ángel Rueda-Barrientos, Eli Elizabeth Luis-Ruiz, María Del Carmen Antonio-Luis

Por su participación como Ponente Oral, con la ponencia COMPORTAMIENTO FLORAL Y DE FRUTOS DE CHILE HABANERO CON MANEJO ORGÁNICO Y QUÍMICO BAJO INVERNADERO, EN LOMA BONITA, OAXACA

Dr. Roberto Flores Bello

Director División Académica de Ciencias Agropecuarias

Dr. César Márquez Quiroz

Presidente Comité Organizador

---

## COMPORTAMIENTO FLORAL Y DE FRUTOS DE CHILE HABANERO CON MANEJO ORGÁNICO Y QUÍMICO BAJO INVERNADERO, EN LOMA BONITA, OAXACA

Leonel Javier-López, Rogelio Enrique Palacios-Torres\*, Ana Rosa Ramírez-Seañez, José Ángel Rueda-Barrientos, **Eli Elizabeth Luis-Ruíz** y María Del Carmen Antonio-Luis

Ingeniería Agrícola Tropical. Universidad del Papaloapan. Av. Ferrocarril s/n, Ciudad Universitaria. Loma Bonita Oaxaca, México. C.P. 68400. \*correo autor responsable: rpalacios@unpa.edu.mx.

**Resumen.** La necesidad de producción de alimentos más sanos se extiende más entre productores y consumidores lo que abre la posibilidad de crear un círculo virtuoso de producción orgánica de hortalizas. Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la fertilización orgánica con las siguientes fuentes: Nitrógeno 1.7%, Fósforo 0.98%, Potasio 1.16%, Cobre 32.3 ppm, Manganeso 2.95 ppm, Zinc 49.7 ppm, Hierro 77.6 ppm, Magnesio 200 ppm, Sodio 798 ppm, Aluminio 11 ppm, Cloro 421 ppm, Calcio 428 ppm, Materia orgánica 3.24%, además de Nitrógeno total 1.1200%, Fósforo 0.8200%, Potasio 5.6600%, Calcio 0.2400%, Magnesio 0.1400%, Azufre 0.2300%, Sodio 1.2600%, Manganeso 0.0004%, Hierro 0.0028%, Zinc 0.0007%, Boro 0.1200%, Aminoácidos totales 1.2180%) en los siguientes sustratos orgánicos, lombricomposta y composta, además de las mezclas lombricomposta: arena de río: grava, en proporción 1:1:1 y lombricomposta: suelo: grava, en proporción 1:1:1 y arena de río con fertilización química (mediante la solución Steiner), sobre el comportamiento floral y de frutos en el cultivo de chile habanero híbrido Chichen Itzá, bajo condiciones de invernadero. Los tratamientos fertilización orgánica en sustrato lombricomposta y fertilización química en sustrato arena de río obtuvieron resultados similares en las variables, número de botones y número de flores, sin embargo, para la variable número de frutos destacó el tratamiento orgánico en contra parte del tratamiento con fertilización química.

**Palabras clave:** *Capsicum chinense* Jacq, híbrido Chichen Itzá, solución Steiner.

# V CONGRESO INTERNACIONAL DE AGRONOMÍA TROPICAL

27 AL 29  
SEPTIEMBRE  
2017



UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA OIDA, ACCIÓN EN LA FE"



División Académica  
de Ciencias  
Agropecuarias

FEMEXPALMA

Fomento y Promoción de Palma de Azote



Gobierno del  
Estado de Tabasco

SE

Secretaría de  
Educación



CCYTET

REDVITAB

Red de Investigación y Tecnología

# Constancia

Otorgan la presente

**A:** Leonel Javier-López, Rogelio Enrique Palacios-Torres, Gabriela Díaz-Félix, Ana Rosa Ramírez-Seañez, José Antonio Yam-Tzec, Eli Elizabeth Luis Ruíz

Por su participación como Ponente Oral, con la ponencia LA PALOMILLA BARRENADORA DEL HUESO DEL AGUACATE *Stenomacra catenifer* (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) EN EL NORTE DE OAXACA

Dr. Roberto Flores Bello

Director División Académica  
de Ciencias Agropecuarias

Dr. César Márquez Quiroz

Presidente Comité Organizador

---

**LA PALOMILLA BARRENADORA DEL HUESO DEL AGUACATE *Stenoma catenifer*  
(LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) EN EL NORTE DE OAXACA**

Leonel Javier-López, Rogelio Enrique Palacios-Torres\*, Gabriela Díaz-Félix, Ana Rosa Ramírez-Seañez, José Antonio Yam-Tzec y **Eli Elizabeth Luis Ruíz**

Ingeniería Agrícola Tropical, Universidad del Papaloapan, Av. Ferrocarril S/N col. Ciudad Universitaria, Loma Bonita, Oaxaca, México. \*correo autor responsable: rpalacios@unpa.edu.mx

**Resumen.** *Stenoma catenifer* causa pérdidas importantes en la producción de aguacate (*Persea americana* Mill), además representa un impedimento para la comercialización de la fruta a nivel mundial. El propósito del presente estudio fue sumar un registro al conocimiento sobre la distribución geográfica del insecto en México. Durante un recorrido de campo realizado en Aserradero comunidad del municipio de Acatlán de Pérez Figueroa, Oaxaca fueron observados en julio de 2017 frutos de aguacate criollo con síntomas de presencia de barrenador. Se recolectaron frutos de los cuales se obtuvieron 3 larvas de la palomilla *Stenoma catenifer*. Con este reporte se presenta información más precisa sobre la distribución geográfica de este barrenador, la cual puede ser utilizada por las autoridades fitosanitarias del país con el propósito de crear mapas actualizados de la distribución geográfica del lepidóptero, ya que aún existe ambigüedad sobre los lugares de interacción de este insecto con el árbol huésped. Es importante mencionar que la presencia de este barrenador en el norte de Oaxaca, no representa riesgo para las zonas productoras importantes de este frutal.

**Palabras clave:** *Persea americana*, Plaga Regulada, Región.