

UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN
Campus Loma Bonita

INGENIERÍA AGRÍCOLA TROPICAL

**PRODUCCIÓN DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense*
Jacq.) EN SUSTRATO LOMBRICOMPOSTA CON MANEJO
ORGÁNICO Y MANEJO CONVENCIONAL BAJO
INVERNADERO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA TROPICAL**

PRESENTA:

LEONEL JAVIER LOPEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. ROGELIO ENRIQUE PALACIOS TORRES

LOMA BONITA, OAXACA, MEXICO.

2020



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

LA PRESENTE TESIS TITULADA "PRODUCCION DE CHILE HABANER.
(*Capsicum chinense* Jacq.) EN SUSTRATO LOMBRICOMPOSTA CON
MANEJO ORGANICO Y MANEJO CONVENCIONAL BAJO INVERNADERO".
PRESENTADA POR EL PASANTE LEONEL JAVIER LÓPEZ, BAJO LA
DIRECCIÓN DEL DR. ROGELIO ENRIQUE PALACIOS TORRES. HA SIDO
APROBADA POR EL JURADO EXAMINADOR Y ACEPTADA COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRICOLA TROPICAL.

JURADO EXAMINADOR

DR. ROGELIO ENRIQUE PALACIOS TORRES

DIRECTOR DE TESIS

DR. JOSE ANTONIO YAM TZEC

REVISOR

DR. HIPOLITO HERNANDEZ

HERNÁNDEZ

REVISOR

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO. 2020



Universidad del Papaloapan

FECHA:	26 de Noviembre del 2020
ÁREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NUMERO:	UNPA/VRA/128/2020
ASUNTO:	Autorización de Impresión de tesis.

C. Leonel Javier López
PRESENTE:

En base al artículo 120 del reglamento de alumnos, por medio de la presente se aprueba la impresión de la tesis titulada **"Producción de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq.*) en sustrato lombricomposta con manejo orgánico y manejo convencional bajo invernadero"** así como la programación del examen profesional bajo la dirección del Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres.

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

Aientamente,
terra ubérrima, mens aperta
Bou Lo-tama, chi ji jü


MC. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA
Vice-Rector Académico.



C.c.p. L.P. Yesenia Barrionos Arceal, Jefa del Departamento de Servicios Escolares
C.c.p. Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres, Director de Tesis.
C.c.p. Archivo.



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN
CAMPUS LOMA BONITA

Oficio No. JCIAT/101/20

Loma Bonita, Oaxaca a 24 de noviembre de 2020

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 "PRODUCCIÓN DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN SUSTRATO LOMBRICOMPOSTA CON MANEJO ORGÁNICO Y MANEJO CONVENCIONAL BAJO INVERNADERO", para examen de titulación del egresado C. Leonel Javier López, a los profesores:



Presidente: Dr. José Antonio Yam Tzec
Secretario.: Dr. Hipólito Hernández Hernández
Vocal: Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres

Como suplentes:

Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez
Dr. José Angel Rueda Barrientos

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

Atentamente
"Terra Uberrima, mens aperta"
Bon La Jama Chi Ji Jú



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

INGENIERÍA
AGRICOLA
TROPICAL



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

c.c.p. Archivo

AGRADECIMIENTOS

A la **UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN, Campus Loma Bonita**, por brindarme la mejor educación durante estos cinco años y donde gracias a Dios pude realizar mis estudios profesionales.

Al Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior (PRODEP) 103.5/15/10587, por el apoyo económico al proyecto “Evaluación de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) con fertilización orgánica y su rentabilidad económica bajo condiciones de invernadero en Loma Bonita, Oaxaca”

Al **Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres**, por la paciencia y apoyo que tuvo conmigo en la realización de esta investigación, además de transmitirme sus conocimientos que sin duda me serán de gran ayuda en mi desarrollo profesional, por su amistad y confianza.

Al **Dr. José Antonio Yam Tzec**, gracias por su completa disposición en la revisión y aportación de este documento.

Al **Dr. Hipólito Hernández Hernández**, gracias por su completa disposición en la revisión y aportación de este documento.

A la **Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez**, por su amistad, enseñanzas y consejos, además por todo el apoyo brindado durante esta investigación.

A los **Profesores investigadores** de esta honorable institución, por compartir sus conocimientos y experiencias conmigo, por verme crecer durante mi vida profesional, gracias.

A **Mis amigos y compañeros:** Carmen, Eli, Gabriel, Cata, Jorge, Noé, Alba, Rodolfo, Pepe, Amadeo, Santos, Gerardo, Areli, Berna, Hafid, gracias a todos por su amistad, experiencias y apoyo durante la toma de datos del experimento.

DEDICATORIA

A Dios por haberme regalado la vida, salud, fuerza y valor hasta estos momentos, por haberme permitido lograr una meta más en mi vida y sobre todo muchas gracias por regalarme una gran familia.

A Mis padres: Sr. Venancio Javier Ruiz y Sra. Claudia López Blanco, por todo el cariño, amor y apoyo incondicional que me han brindado durante todos estos años. Gracias a ustedes he logrado este paso importante en mi vida, por todos los sacrificios que tuvieron que hacer para que yo pudiera recibir educación. Además, por todos los valores y principios que me inculcaron, mil gracias papás.

A Mis hermanos: Aurelio Javier López y Sebastián Javier López, por el afecto y apoyo moral que me proporcionaban para salir adelante, en especial mi hermano **Aurelio**, siempre me alentaste y apoyaste, mil gracias hermanos.

A Mi familia en general, por el apoyo incondicional y palabras de motivación, por los consejos que me dieron, dedico a todos ellos este logro.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	XI
DEDICATORIA	XIII
CONTENIDO	XIV
INDICE DE CUADROS	XVIII
INDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS	XIX
RESUMEN	XXI
ABSTRACT	XXII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. General	4
2.2. Específicos	4
3. HIPÓTESIS	5
4. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. Origen del chile habanero	5
4.2. Clasificación taxonómica	6
4.3. Descripción botánica	7
4.3.1. Planta	7
4.3.2. Raíz	7
4.3.3. Tallo	7
4.3.4. Hoja	7
4.3.5. Flor	7
4.3.6. Fruto	8

4.3.7.	Semilla	8
4.4.	Requerimientos edafoclimáticos	9
4.4.1.	Requerimientos climáticos	9
4.4.2.	Requerimientos edáficos.....	10
5.	PRODUCCIÓN INTERNACIONAL Y NACIONAL DE CHILE HABANERO 11	
5.1.	Principales países productores	11
5.2.	Producción nacional de chile habanero	11
5.3.	Generalidades de invernaderos	12
5.4.	Agricultura protegida en el estado de Oaxaca	13
5.5.	Agricultura orgánica	13
6.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
6.1.	Localización del experimento	16
6.2.	Clima.....	16
6.3.	Infraestructura.....	16
6.4.	Tratamientos y diseño experimental	17
6.6.	Descripción del material vegetal	18
6.7.	Siembra en charolas	18
6.8.	Desinfección de sustratos	18
6.10.	Llenado de bolsas	19
6.11.	Trasplante	20
6.12.	Riegos y solución nutritiva.....	20
6.13.	Podas.....	23
6.14.	Tutoreo.....	23
6.15.	Control de plagas y enfermedades	24

6.16. Cosecha.....	24
6.17. Variables evaluadas.....	24
6.17.1. Altura de la planta.....	24
6.17.2. Diámetro de tallo.....	24
6.17.3. Número de botones.....	25
6.17.4. Número de flores.....	25
6.17.5. Número de frutos.....	25
6.17.6. Peso (g) de frutos.....	25
6.17.7. Rendimiento por planta.....	25
6.17.8. Longitud de frutos.....	25
6.17.9. Diámetro de frutos.....	25
6.17.10. Número de lóculos.....	25
6.17.11. Grosor de pericarpio.....	25
6.17.12. Contenido de sacarosa.....	25
6.18. Análisis de resultados.....	26
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
7.1. Altura de planta (cm).....	26
7.2. Diámetro de tallo (mm).....	28
7.3. Número de botones.....	31
7.4. Número de flores.....	34
7.5. Número de frutos.....	37
7.6. Peso (g) de frutos.....	40
7.7. Rendimiento por planta (g).....	43
7.8. Longitud de frutos (mm).....	45
7.9. Diámetro de frutos (mm).....	47

7.10. Número de lóculos	49
7.11. Grosor de pericarpio (mm)	51
7.12. Contenido de sacarosa	53
8. TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DURANTE EL EXPERIMENTO.....	55
9. CONCLUSIONES	58
10. LITERATURA CITADA.....	59
11. ANEXOS	66
11.1. Análisis de sustratos utilizados durante el experimento	66
11.2. Evidencia fotográfica del experimento	68
11.3. Participación a eventos de divulgación científica y de interés para el lector	72

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Altura de plantas (cm) de chile habanero [hibrido Chichen Itzá] cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, de los 45 a los 199 días después del trasplante.	27
Cuadro 2 Diámetro de tallo (mm) de chile habanero híbrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, de los 45 a los 199 días después del trasplante.	30
Cuadro 3 Número de botones de chile habanero híbrido Chichén Itzá, cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, de los 45 a los 199 días después del trasplante.	33
Cuadro 4 Número de flores de chile habanero híbrido Chichén Itzá, cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, de los 45 a los 199 días después del trasplante.	36
Cuadro 5 Número de frutos de chile habanero híbrido Chichén Itzá, cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, de los 45 a los 199 días después del trasplante.	39
Cuadro 6 Peso (g) de frutos de chile habanero híbrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, del primero al sexto corte, a intervalos de 21 días.	42
Cuadro 7 Rendimiento por planta (g) de chile habanero hibrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, del primero al sexto corte, a intervalos de 21 días.	44
Cuadro 8 Longitud de frutos (mm) de chile habanero híbrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, del primero al sexto corte, a intervalos de 21 días.	46
Cuadro 9 Diámetro de frutos (mm) de chile habanero hibrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, del primero sexto corte, a intervalos de 21 días.	48
Cuadro 10 Número de lóculos de frutos de chile habanero híbrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, del primero al sexto corte, a intervalos de 21 días.	50
Cuadro 11 Grosor de pericarpio (mm) de frutos de chile habanero híbrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, del primero al sexto corte, a intervalos de 21 días.	52

Cuadro 12 Contenido de sacarosa de frutos de chile habanero híbrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, del primero al sexto corte, a intervalos de 21 días.....	54
---	----

INDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica del chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.).....	6
Tabla 2 Requerimientos climáticos del chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.).....	9
Tabla 3 Requerimientos edáficos del chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.).....	10
Tabla 4 Cantidad de fertilizantes para preparar 20 L de solución nutritiva a diferentes concentraciones según Steiner (1984).	21
Tabla 5 Contenido nutritivo de NUTRIPRO Forte y NUTRIPRO xtra-ALGA, aplicado en una solución de 200 L de agua.	22
Tabla 6 Contenido nutritivo de Aminoafit Finishing.	22
Tabla 7 Contenido nutritivo de BIOZYME.....	23
Gráfica 1 Altura de planta de chile habanero durante el experimento.	28
Gráfica 2 Diámetro de tallo de chile habanero durante el experimento.	31
Gráfica 3 Número de botones de chile habanero durante el experimento.	34
Gráfica 4 Número de flores de chile habanero durante el experimento.	37
Gráfica 5 Número de frutos de chile habanero durante el experimento.....	40
Gráfica 6 Peso de frutos (g) de chile habanero durante el experimento.....	43
Gráfica 7 Rendimiento por planta (g) de chile habanero durante el experimento.....	45
Gráfica 8 Longitud de frutos (mm) de chile habanero durante el experimento.	47
Gráfica 9 Diámetro de frutos (mm) de chile habanero durante el experimento.	49
Gráfica 10 Número de lóculos de chile habanero durante el experimento.	50

Gráfica 11 Grosor de pericarpio (mm) de chile habanero durante el experimento.....	52
Gráfica 12 Contenido de sacarosa de chile habanero durante el experimento.....	55
Gráfica 13 Temperatura mínima y máxima registrada a 1.70 cm del suelo y humedad relativa.....	56
Gráfica 14 Temperatura mínima y máxima registrada a 50 cm del suelo y humedad relativa.....	57

PRODUCCIÓN DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN SUSTRATO LOMBRICOMPOSTA CON MANEJO ORGÁNICO Y MANEJO CONVENCIONAL BAJO INVERNADERO

LEONEL JAVIER LOPEZ
GRADO: Ingeniero Agrícola Tropical
Universidad del Papaloapan, 2020

RESUMEN

El chile habanero ha tomado gran importancia en la gastronomía mexicana e internacional, pero las cantidades de producción no logran cubrir la demanda de los países importadores. Aunado a esto en su forma de producción cada vez son empleados más productos de síntesis química que causan o alteran los lugares en donde son utilizados. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del sustrato lombricomposta y sus mezclas con fertilización orgánica, en comparación con el sustrato arena de río con solución Steiner sobre la producción de chile habanero, bajo condiciones de invernadero y con ello establecer una alternativa de producción aceptable. El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con tres repeticiones, con cuatro tratamientos (T1: Sustrato lombricomposta al 100% con manejo orgánico, T2: Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 lombricomposta: suelo regional: grava con manejo orgánico, T3: Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 lombricomposta: arena de río: grava con manejo orgánico y T4: Sustrato arena de río con manejo químico) con un tamaño de muestra de 15 plantas por tratamiento. El T1: Sustrato lombricomposta al 100% con manejo orgánico obtuvo los mejores resultados en todas las variables de crecimiento, calidad de fruto y de rendimiento en la producción de chile habanero bajo invernadero.

Palabras clave: Chile habanero, sustratos, manejo orgánico, hidroponía.

PRODUCTION OF CHILI HABENERO (*CAPSICUM CHINENSE* JACQ.) IN SUBSTRATE WITH ORGANIC MANAGEMENT UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

Leonel Javier Lopez
Degree: B.S.in Tropical Agricultural Engineering
Papaloapan University, 2020

ABSTRACT

The habanero pepper has become very important in Mexican and international gastronomy, but the quantities of production are not able to meet the demand of the importing countries. In addition to this, in its form of production, more and more chemical synthesis products are used that cause or alter the places where they are used. The objective of this work was to evaluate the effect of the vermicompost substrate and its mixtures with organic fertilization, in comparison with the river sand substrate with Steiner solution on the production of habanero pepper, under greenhouse conditions and thus establish an acceptable production alternative. The experimental design consisted of completely randomized blocks with three repetitions, with four treatments (T1: 100% vermicompost substrate with organic management, T2: Mix of substrates in a 1: 1: 1 ratio vermicompost: regional soil: gravel with organic management, T3: Mix of substrates in a 1: 1: 1 ratio (vermicompost: river sand: gravel with organic management and T4: River sand substrate with chemical management) with a sample size of 15 plants per treatment. T1: 100% vermicompost substrate with organic management obtained the best results in all the variables of growth, fruit quality and yield in the production of habanero pepper under greenhouse conditions.

Keywords: Habanero Chile, substrates, organic management, hydroponics.

Revision by: Cheryl Lynn Gad
Jefa Del Centro De Idiomas
Date: 22/11/2020

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los cultivos agrícolas más importantes en México es el chile (*Capsicum* spp.). “Se utiliza de diversas formas, fresco, seco, como especia en polvo, como colorante natural, como agente antioxidante, como bactericida y fungicida, como medicamento en la industria farmacéutica, en la industria cosmetológica, en industria de embutidos y carnes enlatadas” (Martín y González, 1991). Hoy en día los chiles domesticados que se cultivan y consumen en el mundo pertenecen a dicha especie, la cual incluye a chiles como: pimiento morrón, chile ancho, chile guajillo (Aguilar, 2006). En México el chile es de gran importancia tanto económica como social, debido a que es un cultivo de exportación (más de 600,000 toneladas) (FAOSTAT, 2009). El consumo del chile cada vez es mayor debido a su amplia distribución (Aguilar-Rincón *et al.*, 2010). De acuerdo a la OEIDRUS (2010) en Oaxaca se cosecharon 1,725 hectáreas de chile habanero, chile seco, chile costeño, chile pasilla, chile jalapeño, chile serrano, chile de agua y chile soledad, de los cuales se obtuvo una producción de 8,000 toneladas. Dentro de la gran gama de variedades de chiles que existen, el habanero ha tomado una gran importancia debido a que es muy apreciado por su sabor en la gastronomía mexicana e internacional (SAGARPA, 2012). La mayor parte de la comercialización del chile habanero es como fruto fresco, 80% y el 20% restante se comercializa en forma de salsas, pastas y deshidratados. Los principales países importadores son Estados Unidos, Japón, Corea del Sur,

Italia y Alemania (SAGARPA, 2012). La producción de chile habanero en México no supera las 1,000 hectáreas, por lo cual no cubre la demanda internacional de los países importadores (UACH, 2016).

El chile habanero es cultivado en los estados de Yucatán (215.66 ha), Tabasco (171.5 ha), Campeche (107.5 ha), Quintana Roo (68 ha), Nayarit (52.5 ha) y Sinaloa (32 ha) (SIAP, 2018). Una opción para aumentar los niveles de producción en aquellos lugares donde a campo abierto no tiene un buen rendimiento, es el cultivo bajo invernadero, el cual nos brinda la alternativa de proteger los cultivos ante factores ambientales. Tales como temperaturas extremas, precipitación intensa, baja humedad relativa y radiación solar intensa (Jensen y Malter, 1995).

En la agricultura protegida se puede cultivar directamente al suelo o bien en sustratos los cuales le proporciona a la planta estabilidad, retención de humedad, pH adecuado, aireación y drenaje entre otras cualidades (Villa *et al.*, 2014). Un buen sustrato es esencial para la producción de plantas de buena calidad, por lo cual debe de contar con características físicas y químicas que le proporcionen las condiciones adecuadas para su óptimo desarrollo. Sin embargo las propiedades químicas pueden ser corregidas aun cuando las plantas están sembradas, por ejemplo el pH es una propiedad que puede ser modificada (Cabrera, 1999).

La agricultura convencional con insumos inorgánicos ha tenido un auge importante, ya que permite aumentar la producción y tener frutos de mejor

calidad los cuales cumplan con los requisitos del mercado. Sin embargo el uso indiscriminado de estos productos (plaguicidas, herbicidas, fungicidas, fertilizantes) ha provocado la contaminación de los mantos freáticos, lo cual trae efectos negativos en la salud humana y la calidad ambiental (Pérez y Landeros, 2009).

Por otro lado la agricultura orgánica representa una alternativa para la producción de alimentos sanos, esto debido a que está basada en la utilización de productos de origen natural, los cuales son amigables con el medio ambiente (SAGARPA, 2014). En la actualidad los problemas más importantes que enfrenta la agricultura, es la capacidad de los suelos para sostener los cultivos en su máximo desarrollo, esto causa la pérdida de la fertilidad de los suelos por el uso excesivo e inadecuado de fertilizantes, plaguicidas, fungicidas, etc. (Ruiz, 1996).

2. OBJETIVOS

2.1. General

Evaluar el efecto del sustrato lombricomposta y sus mezclas con fertilización orgánica, en comparación con el sustrato arena de río con solución nutritiva Steiner sobre la producción de chile habanero (*C. chinense* Jacq.), bajo condiciones de invernadero.

2.2. Específicos

- Evaluar el efecto del sustrato lombricomposta y fertilización orgánica, sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del fruto del cultivo de chile habanero (*C. chinense* Jacq.).
- Evaluar el efecto del sustrato lombricomposta mezclado con arena de río y grava, así como con suelo y grava y fertilización orgánica, sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del fruto del cultivo de chile habanero (*C. chinense* Jacq.).
- Evaluar el efecto del sustrato arena de río y solución nutritiva Steiner, sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del fruto de chile habanero (*C. chinense* Jacq.).

3. HIPÓTESIS

El tratamiento con sustrato lombricomposta o las mezclas conjugadas con fertilización orgánica, pueden representar una alternativa de producción aceptable en comparación con el tratamiento con sustrato arena de río y solución nutritiva Steiner.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Origen del chile habanero

Capsicum es un género descrito por Carlos Linneo en su obra *Species Plantarum* en 1753 [1:188-189]. Se cree que el nombre del género proviene del griego *kapto*, que significa “picar” que es su principal característica de los frutos de este género (Salazar y Silva, 2004).

El género *Capsicum*, es nativo de los trópicos de América. Existen cinco especies domesticadas, sus parientes silvestres estuvieron recluidos en el Continente Americano en la época precolombina (Tun, 2001). Los primeros exploradores en encontrar los frutos de chile, fueron españoles y portugueses, quienes los introdujeron a Europa y Asia (Tun, 2001).

De acuerdo a remanentes arqueológicos se ha determinado que las especies de este género, se domesticaron en distintas partes de América, especialmente en México (7,000 a.C.). El centro de diversidad de *C. annum* L. comprende a México y Centroamérica, además existen centros secundarios en el centro y sureste de Europa, África, Asia y América Latina (Tun, 2001).

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) se originó en las tierras bajas de la cuenca amazónica de donde se dispersó a Perú en la época prehispánica (Salaya, 2010). La distribución también se dirigió hacia Cuba, aunque en la isla no se siembra ni se consume, de ahí se cree que fue introducido a la Península de Yucatán. Esta hipótesis toma fuerza al confirmar que *C. chinense* Jacq. es el único chile que no tiene nombre maya. En Yucatán, *C. chinense* se conoce vulgarmente como chile “habanero”, el cual está distribuido en toda la península, donde se observan diferentes formas, colores y tamaños del fruto (Ruiz *et al.*, 2011).

4.2. Clasificación taxonómica

De acuerdo a Tun (2001), la clasificación taxonómica del chile habanero es la siguiente:

Tabla 1 Clasificación taxonómica del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.).

Clase	Angiosperma
Subclase	Dicotyledonea
Superorden	Sympetala
Orden	Tubiflorales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Capsicum</i>
Especie	<i>C. chinense</i> Jacq.

4.3. Descripción botánica

4.3.1. Planta

El chile habanero es un cultivo de ciclo anual que puede alcanzar hasta 12 meses de vida, la altura de la planta es variable pudiendo oscilar entre 75 y 120 cm (Tun, 2001).

4.3.2. Raíz

La raíz principal es de tipo pivotante con un sistema radicular bien desarrollado, en el cual el tamaño depende de la edad de la planta, características del suelo y las prácticas agronómicas que se le proporcionen, la raíz puede llegar a alcanzar longitudes mayores a los 2 metros (Tun, 2001)

4.3.3. Tallo

El tallo es grueso, erecto, glabro y robusto, además tiene tendencia a formar tres tallos en la primera bifurcación (Tun, 2001).

4.3.4. Hoja

Presenta hojas simples, lisas, alternas y de forma lanceolada, además de ser de tamaño variable. Las hojas pueden ser glabras o pubescentes (tanto el color verde de las hojas como la pubescencia dependen de la variedad) (Tun, 2001).

4.3.5. Flor

Las flores son de color blanco, se encuentran solitarias o en grupos de dos o más y se presentan en cada una de las axilas. El tamaño de las flores es variado (1.5 y 2.5 centímetros de diámetro de la corola) (Ruiz *et al.*, 2011).

Waizel y Camacho (2011) señalan que las flores son hermafroditas, regulares y están formadas por cinco pétalos, cinco sépalos y cinco estambres.

4.3.6. Fruto

El fruto se clasifica como una baya poco carnosa y hueca, además presenta entre tres y cuatro lóculos, se pueden presentar hasta seis frutos por axila. Su color es verde cuando están tiernos y cuando están maduros el color puede variar dependiendo de la variedad, presentándose amarillos, anaranjados, rojos o cafés, su sabor siempre es picoso (Ruiz *et al.*, 2011).

4.3.7. Semilla

Las semillas son lisas, pequeñas y ovaladas, el color de la testa es café claro o café oscuro, el tiempo de germinación de las semillas va desde los ocho a los quince días. Presentan un sabor picante el cual se debe al contenido de Capsaicina, la cual es una sustancia muy irritante y cuya mayor concentración se presenta en la placenta de las semillas (Tun, 2001).

Cada fruto posee alrededor de 20 a 50 semillas dependiendo de las condiciones ambientales, así como la polinización, la cual juega un papel importante en la definición de la calidad del fruto (Marín, 2010).

4.4. Requerimientos edafoclimáticos

4.4.1. Requerimientos climáticos

Tabla 2 Requerimientos climáticos del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq).

Altitud:	FAO (1994) señala que la altitud va desde los “0 a 2700 msnm”. Sin embargo, este depende de la variedad (Aceves <i>et al.</i> , 2008). Para un desarrollo óptimo las alturas para su siembra deben oscilar entre 100 a 400 msnm (OIRSA, 2003).
Radiación:	Los frutos son sensibles a la radiación, por lo cual la planta requiere tener buen follaje (OIRSA, 2003).
Temperatura:	“Es muy sensible a las bajas temperaturas. La temperatura debe oscilar de 25 a 38°C. El cuajado del fruto no ocurre a temperaturas inferiores a 15°C” (OIRSA, 2003).
Precipitación:	La planta de chile habanero requiere lugares donde la precipitación oscile entre 600 a 1200 mm durante su ciclo vegetativo (OIRSA, 2003).
Humedad relativa:	La humedad relativa óptima debe oscilar entre 50 y 60%. La humedad relativa demasiado elevada puede ocasionar enfermedades fungosas y dificultar la polinización (OIRSA, 2003).

4.4.2. Requerimientos edáficos

Tabla 3 Requerimientos edáficos del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq).

Profundidad del suelo:	La FAO señala que el chile habanero necesita suelos con profundidades de 50 a 150 cm (FAO, 2000).
Textura:	“La textura adecuada del suelo va desde franco limosa a franco arcillosa, prefiriendo suelos ricos en materia orgánica” (OIRSA, 2003).
pH:	La FAO (2000) señala que la escala adecuada de pH es de 6-6.5.
Salinidad:	La FAO (2000) señala que expresa baja tolerancia a la salinidad. Los suelos salinos afectan el crecimiento vegetativo del cultivo (OIRSA, 2003).

5. PRODUCCIÓN INTERNACIONAL Y NACIONAL DE CHILE

HABANERO

5.1. Principales países productores

La producción de chiles a nivel mundial ha tenido un índice de crecimiento exponencial en los últimos 10 años, principalmente en los picosos. El aumento se debe a la creciente demanda de este producto (chiles frescos, secos y procesados), que son para consumo o para uso en las industrias. China es el país con la mayor producción de chiles frescos, en 2012 tuvo un área cosechada de 707,000 Ha., y una producción de 16, 000,000 toneladas, lo cual representa el 61% de la producción mundial. México ocupa el segundo lugar con un 9%, que representa 136,132 ha., y una producción de 2, 379,736 toneladas de chiles frescos (CONAPROCH, 2016).

Sin embargo, México y Belice son los únicos países que exportan chile habanero, generalmente en forma de pasta para su preparación en salsas. México exporta chile habanero a Estados Unidos, Japón, Canadá, Reino Unido y Alemania (2000 AGRO, 2017).

5.2. Producción nacional de chile habanero

El chile habanero tiene su mayor producción en el ciclo otoño-invierno con 57%, el 43% restante se cosecha en primavera-verano. Los estados de Tabasco (43%) y Yucatán (31%) han producido durante los últimos tres años agrícolas (2012-2014) poco menos de las tres cuartas partes del total a nivel nacional. Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán

son los principales estados que comercializan el chile en los mercados nacionales (SAGARPA, 2015).

Las diferentes variedades de chile en México alcanzaron una producción de 2.3 millones de toneladas, con un valor de más de 22 mil 500 millones de pesos. El consumo per cápita de chile verde en México es de 16 Kg al año, cuenta con una superficie de 149,000 ha. El chile habanero alcanzó una producción estimada en 9,351 toneladas, valorada en 166.9 millones de pesos, en la cual Yucatán, Tabasco y Campeche fueron los principales productores (SAGARPA, 2017).

5.3. Generalidades de invernaderos

La agricultura protegida es aquella que se lleva a cabo bajo estructuras construidas para evitar las condiciones que el medio ambiente impone en el desarrollo de las plantas. Así, mediante el empleo de diversas cubiertas y técnicas se reduce al mínimo algunas condiciones climáticas sobre los vegetales (Juárez *et al.*, 2011).

Los invernaderos son estructuras agrícolas con una cubierta traslúcida cuyo principio es simular las condiciones climáticas adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas establecidas en su interior (Juárez *et al.*, 2011). Son estructuras en las que se puede modificar y controlar de forma más eficiente los principales factores ambientales que intervienen en el desarrollo de los cultivos (Juárez *et al.*, 2011).

5.4. Agricultura protegida en el estado de Oaxaca

De acuerdo al segundo inventario de invernaderos en 2009, en Oaxaca existían 1,236 invernaderos construidos, de los cuales, 6 de cada 10 aproximadamente, es decir, el 59% se ubican en terrenos de propiedad social; de estos, 1 se ubica en propiedad ejidal y 5 en comunidades agrarias. La mayor concentración de invernaderos se encuentra en la región de la Mixteca, que comprende la tercera parte del total de la entidad, en segundo lugar la región de Valles Centrales con el 30.6%, seguido de la Sierra Sur 14.3%, la Sierra Norte 12.2%, Cañada 6.4%, Costa 1.9%, Istmo 1% y Papaloapan con 0.3% (Ramírez *et al.*, 2011).

En Oaxaca, el uso de este sistema de producción en los últimos años ha tenido un impacto importante, ya que ha detonado la economía de aquellos que están involucrados en esta actividad, en la cual los productores empiezan a notar que los invernaderos son una opción rentable para un cambio estructural en la forma de producir, ya que mejora la calidad, precio y rendimientos de los cultivos (OEIDRUS, 2008).

5.5. Agricultura orgánica

De acuerdo a la FAO (2003b) la agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de una granja, haciendo hincapié en la fertilidad del suelo, la actividad biológica y a la par minimizar el uso de recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos.

El SENASICA (2004), señala que las ventajas de la agricultura orgánica son:

- Producir sin utilizar agroquímicos.
- Conservar la fertilidad del suelo.
- Uso sostenible del suelo.
- Uso de policultivos.
- Proceso productivo auto-sostenible.

Las tasas de crecimiento de los productos orgánicos son exponenciales, ya que conquistan rápidamente los mercados de alimentos a nivel mundial. En el mundo se tienen registradas más de 24 millones de hectáreas cultivadas orgánicamente. Los países con mayor superficie orgánica son, Australia, con 10 millones de hectáreas, Argentina, con 3 millones e Italia con 1.2 millones, México ocupa el 18° lugar con casi 216,000 hectáreas. México se ubica en el contexto mundial como país productor-exportador de alimentos orgánicos y primer productor de café orgánico certificado (Gómez y Gómez, 2004).

De acuerdo a Gómez (2002), la agricultura orgánica se practica en casi todos los países del mundo, se incluyen 30 países de África, 30 de Asia, 5 de Oceanía, 10 de Sudamérica, 20 de América central y el Caribe, en los cuales figura México.

5.6. Cultivo en hidroponía

De acuerdo a Beltrano y Giménez (2015), la hidroponía es una modalidad en la que se aplican técnicas que permiten el cultivo de plantas sin suelo. "La palabra hidroponía proviene del griego *HIDRO* (agua) y *PONOS* (labor o trabajo) lo cual significa trabajo en agua". Mediante esta modalidad se producen cultivos principalmente de tipo herbáceo, empleando sitios o lugares no convencionales, siempre teniendo en cuenta las necesidades de las plantas, como son la luz, agua, temperatura y nutrientes. En este sistema los minerales esenciales son aportados a través de la solución nutritiva.

La FAO (2003a) define a los cultivos hidropónicos, como un conjunto de técnicas para la producción agrícola en la que se cultiva sin suelo y los nutrientes son aportados en una solución líquida.

De acuerdo a la FAO (2003a) las ventajas de los cultivos hidropónicos son:

- Cultivos sanos ya que se riegan con agua potable y se siembran en sustratos limpios e inertes.
- Mayor eficiencia en el uso del agua.
- Ocupa espacios pequeños.
- Mayor rendimiento de plantas por superficie.
- Sistema fácil de aprender.

La hidroponía posibilita atender las necesidades alimenticias, sin utilizar grandes extensiones agrícolas, ya que se puede cultivar en casas, jardines o azoteas. Los productos que se pueden obtener son hortalizas, flores e incluso pequeños arbustos o frutillas.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Localización del experimento

La presente investigación se realizó en el área de invernaderos 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).

6.2. Clima

La fórmula climática de la ubicación del experimento es del tipo AM, que corresponde al cálido húmedo, con la concentración máxima de lluvias en verano, esta clasificación climática es según Köppen modificado por García (1981), 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).

6.3. Infraestructura

El invernadero empleado fue del tipo alas de zopilote, con una superficie de 540 m² con capacidad para 2000 plantas. Con 3.5 metros de altura al travesaño, las ventilas laterales presentan 7 metros de altura, no presenta ventilación cenital. Presenta 2 naves de 9 metros de ancho por 30

metros de largo, sistema de riego por goteo, emisores de 4 salidas y goteros separados a 50 cm, con tubines, estacas y dos cisternas de 1,100 litros. El área que se utilizó para el experimento fue de 125 m².

6.4. Tratamientos y diseño experimental

Se evaluó el híbrido de chile habanero, Chichen Itzá con manejo orgánico y químico, el cual se estableció en cuatro tratamientos con los siguientes sustratos y mezclas: T1: Sustrato lombricomposta al 100% con manejo orgánico, T2: Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: suelo regional: grava) con manejo orgánico, T3: Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: arena de río: grava) con manejo orgánico y T4: Sustrato arena de río con manejo químico, los cuales se establecieron en un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. El número de plantas por tratamiento consistió en 75 plantas y el tamaño de muestra de 15 plantas por tratamiento.

6.5. Toma de muestras de plantas y frutos

Las variables de morfología que se muestrearon fueron las siguientes: altura de planta, diámetro de planta, número de botones, número de flores y número de frutos, la toma de muestras se le realizó a 15 plantas por tratamiento y con una frecuencia de 7 días. Las variables de rendimiento fueron: rendimiento por planta, la toma de muestras se realizó a 15 plantas por tratamiento con una frecuencia de 21 días. Las variables de calidad evaluadas fueron las siguientes: peso de frutos, longitud de frutos, diámetro de frutos, número de

lúculos, grosor de pericarpio y contenido de sacarosa, la toma de muestras se le realizó a 15 plantas por tratamiento, tomando de cada planta 5 frutos, con una frecuencia de 21 días.

6.6. Descripción del material vegetal

Chichen Itzá (proveedor: Seminis) es un híbrido muy precoz (15 a 25 días antes que una variedad, dependiendo de la temperatura de la región) que madura de verde a anaranjado. Presenta frutas firmes con un tamaño mediano a largo con forma típica, tiene una planta fuerte que produce un excelente fruto; es resistente al virus del mosaico del tabaco (*Tobamo Po*) (López *et al.*, 2015).

6.7. Siembra en charolas

La siembra se realizó el 06 de septiembre del 2016 en charolas de poliestireno de 200 cavidades, se usó como sustrato una mezcla en proporción 1:1 de peat moss: lombricomposta. Se depositó la mezcla de sustratos en las charolas y posteriormente se humedeció hasta llegar a capacidad de campo. Se hizo un orificio de aproximadamente 1.0 cm en cada cavidad, en donde se depositaron las semillas, por último se tapó la semilla. Las charolas fueron colocadas en una estructura elevada dentro del invernadero y se realizaron riegos diarios durante la mañana y la tarde.

6.8. Desinfección de sustratos

Los sustratos empleados en la evaluación fueron los siguientes: Suelo de la región, lombricomposta, arena de río y grava. Los sustratos se desinfectaron a baño maría de la siguiente forma: se ocupó un tambo con

capacidad de 200 lts (de metal), al cual se le agregó agua hasta 1/8 de su capacidad, dentro del tambo se colocó una base de metal para colocar los sustratos. Posteriormente se procedió a depositar individualmente cada uno de los sustratos en costales. Se dejó que la temperatura alcanzará los 100°C, durante 30 minutos. Después se dejó enfriar los costales con los sustratos y por último cernirlos, con el fin de eliminar impurezas y obtener un tamaño de partícula más uniforme.

6.9. Análisis de sustratos

La técnica empleada para la recolección de muestras en el suelo de la región fue cinco de oros. En todos los sustratos se recolectaron muestras de un kilo, posteriormente se tomaron submuestras de los kilos anteriormente citados, para hacer un kilo en total y que la muestra sea homogénea, posteriormente se enviaron al laboratorio.

6.10. Llenado de bolsas

Se empleó bolsas negras de polietileno calibre 500, con dimensiones de 30x30 cm. Las bolsas se llenaron con los sustratos y mezclas. El procedimiento para realizar la mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: arena de río: grava) fue el siguiente: Se colocó un plástico en el suelo para poder realizar la mezcla, primero se agregó 6 cubetas de arena de río (con un peso de 27 kg cada una), después 6 cubetas de lombricomposta (con un peso de 17.5 kg cada una) y por último 6 cubetas de grava (con un peso de 32 kg cada una), posteriormente se mezcló los sustratos con ayuda de una pala hasta obtener una mezcla homogénea y se procedió al

llenado de bolsas. Para realizar la mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: suelo: grava) se utilizó la misma cantidad de cubetas de cada uno de los sustratos hasta obtener 75 macetas. Las bolsas se perforaron en la parte inferior para permitir el buen drenado.

6.11. Trasplante

El trasplante se realizó a los 45 días después de la siembra, cuando las plántulas presentaron de 3 a 4 pares de hojas verdaderas y un buen cepellón. Previo al trasplante se realizó un riego pesado y después se colocó una plántula al centro de cada maceta. Después del trasplante se aplicó una solución de captan (2 g L^{-1}) en las plantas en producción arena de río y fertilización química y en las plantas con fertilización orgánica se aplicó una solución de *Trichoderma harzianum* (1.2 g L^{-1}), como medida preventiva para el ataque de enfermedades fungosas.

6.12. Riegos y solución nutritiva

La solución nutritiva que se utilizó fue la propuesta por Steiner (1984). Los riegos con la solución nutritiva fue suministrada en tres riegos diarios distribuidos a las 7:00 am, 3:00 pm y 6:00 pm (Tabla 4) y apoyado de 2 riegos diarios sin solución nutritiva (1500 lts). Las concentraciones (50, 75 y 100 %) se suministraron de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo (el 50% se suministró 1 día después del trasplante hasta la floración, el 70% se suministró a partir de la floración hasta la fructificación y el 100% se suministró a partir de la fructificación hasta la cosecha).

Tabla 4 Cantidad de fertilizantes para preparar 20 L de solución nutritiva a diferentes concentraciones según Steiner (1984).

Fertilizante	50%	75%	100%
Ácido Fosfórico	-	-	-
Sulfato de Potasio	8.70 g	13.05 g	17.4 g
Sulfato de Magnesio	12.3 g	18.45 g	24.6 g
Nitrato de Potasio	7.50 g	13.25 g	15.0 g
Nitrato de Calcio	13.0 g	19.50 g	26.0 g
Sulfato de Cobre	0.05 g	0.0748 g	0.10 g
Bórax	0.20 g	0.30 g	0.40 g

Para los tratamientos con fertilización orgánica, la fertilización consistió en un riego cada 3 días, con fertilizantes conocidos comercialmente como NUTRIPRO Forte, y NUTRIPRO Xtra-ALGA (200 lts de solución nutritiva), los cuales se alternaron al momento de fertilizar y se apoyó de 2 riegos diarios. El contenido nutritivo de NUTRIPRO Forte y NUTRIPRO Xtra-ALGA se muestra en la (Tabla 5).

A los 80 días después del trasplante se fertilizó de forma foliar cada 5 días, con fertilizantes conocidos comercialmente como Aminoafit Finishing (Tabla 6) y BIOZYME (Tabla 7) a todos los tratamientos.

Tabla 5 Contenido nutritivo de NUTRIPRO Forte y NUTRIPRO xtra-ALGA, aplicado en una solución de 200 L de agua.

Fertilizante	NUTRIPRO Forte (meq L⁻¹)	NUTRIPRO xtra-ALGA (meq L⁻¹)
N	6.0	4.0
P	0.69	0.57
K	1.23	3.15
Ca	0.10	0.60
Mg	0.08	0.57
S		0.35
Na		2.73
Al	0.05	
Cl	2.10	
Fe	0.38	0.14
Cu	0.16	0.00
Mn	0.01	0.02
Zn	0.24	0.03
B		6.0

Tabla 6 Contenido nutritivo de Aminoafit Finishing.

Fertilizante	Mg
Glicina	800.00
Valina	40.00
Prolina	350.00
Hidroxiprolina	300.00
Alanina	350.00
Acido aspártico	680.00
Arginina	80.00
Acido glutámico	225.00
Lisina	345.00
Leucina	50.00
Isoleucina	125.00
Fenilalanina	145.00
Metionina	25.00
Serina	140.00
Asparagina	125.00
Treonina	120.00
Cistina y cisteína	85.00
Tirosina	88.00
Histidina	102.00

Tabla 7 Contenido nutritivo de BIOZYME.

Fertilizante	%	Ppp
Manganeso	0.12	
Zinc	0.37	
Fierro	0.49	
Magnesio	0.14	
Boro	0.30	
Azufre	0.44	
Actividad giberelinica		32.2
Actividad auxinica		32.2
Actividad citocininica		83.2

6.13. Podas

Poda de hojas. Se eliminaron todas las hojas que se encontraron por debajo de la primera bifurcación de la planta, con el fin de que los nutrientes se concentraran en los botones florales, flores, frutos y hojas aéreas, además de eliminar aquellos brotes laterales improductivos y tener mayor aireación.

6.14. Tutoreo

El tutoreo consistió en sujetar la base del tallo con un anillo plástico para no dañar la planta, y sujeta al sistema de carga del invernadero, además se utilizó el tutoreo de tipo espaldera doble, el cual consistió en la colocación de postes siguiendo la dirección de las hileras de las plantas a una distancia entre estos de 3 metros, después se colocarán 2 rafias tomateras, de tal manera que la primera quede a 1.0 metro de altura y la segunda a 1.40 metros de altura.

6.15. Control de plagas y enfermedades

Para mantener el área experimental libre de enfermedades y plagas se realizaron monitoreos diarios, con el fin de detectar oportunamente cualquier síntoma o insecto, que cause un daño dentro del invernadero.

Para mantener un control adecuado, se realizaron aplicaciones preventivas a todos los tratamientos de Nimicide (extractos de aceite de neem) (7.5 mm L^{-1}), Gamma (extractos de ajo, chile y canela) (7.5 mm L^{-1}) y PHC Beatron (*Beauveria bassiana*) (2.4 g L^{-1}). Para la prevención de enfermedades fúngicas se realizaron aplicaciones de PHC T22 (*Trichoderma harzianum*) (1.2 g L^{-1}), para el control de algún organismo patógeno con una frecuencia de 7 días.

6.16. Cosecha

La cosecha inicio a los 75 días después del trasplante, se recolectó manualmente aquellos frutos que cumplan con las características comerciales (tanto verdes como anaranjados). Las posteriores cosechas se realizaron a intervalos de 21 días.

6.17. Variables evaluadas

6.17.1. Altura de la planta: con un flexómetro se midió la longitud de la planta en centímetros desde la base del tallo hasta la punta de las ramas más alta. La toma de esta información se realizó con una frecuencia de 7 días.

6.17.2. Diámetro de tallo: con un vernier se midió en milímetros el diámetro del tallo a 5 cm de altura a partir de la base del tallo. La toma de esta información se realizó con una frecuencia de 7 días.

6.17.3. Número de botones: se contó el número de botones totales de la planta. La toma de esta información se realizó con una frecuencia de 7 días.

6.17.4. Número de flores: se contó el número de flores totales de la planta. La toma de esta información se realizó con una frecuencia de 7 días.

6.17.5. Número de frutos: se contó el número de frutos totales de la planta. La toma de esta información se realizó con una frecuencia de 7 días.

6.17.6. Peso (g) de frutos: con una báscula digital se tomó en gramos el peso de cada uno de los frutos., La toma de esta información se realizó de cada uno de los tratamientos.

6.17.7. Rendimiento por planta: se cortó los frutos de 15 plantas de cada tratamiento y se pesaron los frutos de cada planta en una báscula digital. El rendimiento se expresó en gramos.

6.17.8. Longitud de frutos: con un vernier se midió en milímetros la longitud del fruto desde la base donde está el pedúnculo, hasta la zona apical del fruto.

6.17.9. Diámetro de frutos: con un vernier se midió en milímetros el diámetro en la zona ecuatorial de cada fruto, de cada uno de los tratamientos.

6.17.10. Número de lóculos: se contó el número total de lóculos que presentó cada uno de los frutos.

6.17.11. Grosor de pericarpio: con un vernier se midió en milímetros el grosor del pericarpio, de cada uno de los frutos.

6.17.12. Contenido de sacarosa: para esta variable se obtuvo jugo de los chiles con un exprimidor para limones, el cual se depositó en el lector del

refractómetro HI 96801 (marca HANNA instruments) con el que se midió el contenido de °Brix en cada uno los frutos.

6.18. Análisis de resultados

A los datos obtenidos se les aplicó un análisis de varianza mediante el programa InfoStat y posteriormente una prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Altura de planta (cm)

La variable altura de planta (cm) para el híbrido Chichen Itzá en cuatro sustratos se muestra en el Cuadro y Gráfica 1. Se observó que se presentaron diferencias entre tratamientos para esta variable a los 59 ddt ($p \leq 0.05$) y a partir de los 66 hasta los 199 ddt ($p \leq 0.001$) destacando el tratamiento con sustrato lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM). Es importante mencionar que los tratamientos sustrato lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM) y sustrato arena de río y fertilización química (QUIM-AR) mostraron igualdad estadística desde los 108 a 199 ddt, pero estos mismos tratamientos presentaron mayor altura de planta en comparación con los otros dos tratamientos ubicando al sustrato lombricomposta- arena de río- grava (ORG-LAG) con los valores en su medias menores para la variable altura de planta. López *et al.*, (2012) al evaluar al cultivo de chile habanero con varios insumos de fertilización orgánica, encontraron que la altura de planta en el tratamiento con lombricomposta se comportó de manera muy similar a los tratamientos con composta y bocashi. Esta información coincide con nuestro estudio en los

tratamientos, en donde se usó lombricomposta sola y la mezcla de lombricomposta-suelo-grava.

Cuadro 1 Altura de plantas (cm) de chile habanero [hibrido Chichen Itzá] cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, de los 45 a los 199 días después del trasplante.

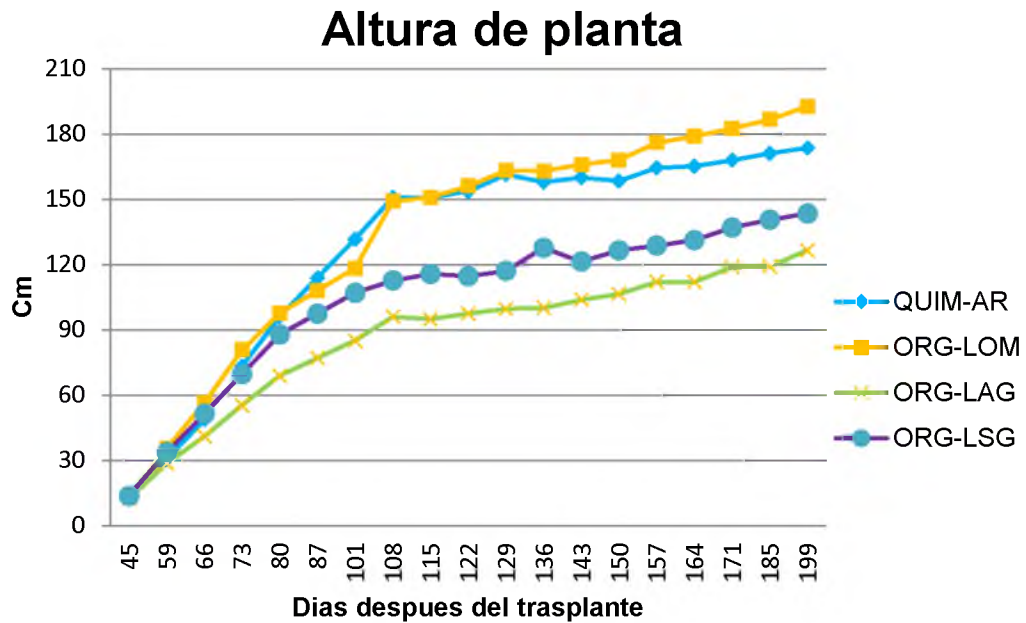
Edad (días después del trasplante)						
Tratamiento	45^{NS}	59*	66^{***}	73^{***}	80^{***}	87^{***}
ORG-LOM	14.03	35.37 ^a	56.40 ^a	80.70 ^a	97.57 ^a	107.90 ^a
ORG-LSG	13.53	33.60 ^{ab}	51.23 ^{ab}	69.60 ^b	87.77 ^b	97.34 ^b
ORG-LAG	12.30	28.47 ^b	41.00 ^c	55.33 ^c	68.86 ^c	76.91 ^c
QUIM-AR	12.13	30.40 ^{ab}	48.67 ^{bc}	73.20 ^{ab}	96.19 ^{ab}	113.78 ^a
EE	0.73	1.59	2.06	2.22	2.52	2.52
Tratamiento	101^{***}	108^{***}	115^{***}	122^{***}	129^{***}	136^{***}
ORG-LOM	118.23 ^b	148.87 ^a	150.85 ^a	155.93 ^a	163.07 ^a	162.93 ^a
ORG-LSG	106.91 ^c	112.60 ^b	115.60 ^b	114.57 ^b	116.97 ^b	127.60 ^b
ORG-LAG	84.97 ^d	95.93 ^c	94.87 ^c	97.33 ^c	99.53 ^c	99.93 ^c
QUIM-AR	131.57 ^a	150.73 ^a	150.80 ^a	153.53 ^a	161.27 ^a	157.87 ^a
EE	2.86	3.49	3.52	3.83	4.12	4.47
Tratamiento	143^{***}	150^{***}	157^{***}	164^{***}	171^{***}	185^{***}
ORG-LOM	165.87 ^a	167.90 ^a	175.90 ^a	178.90 ^a	182.47 ^a	186.53 ^a
ORG-LSG	121.23 ^b	126.43 ^b	128.60 ^b	131.13 ^b	136.93 ^b	140.47 ^b
ORG-LAG	103.73 ^c	106.37 ^c	112.00 ^b	111.87 ^b	118.73 ^b	119.00 ^c
QUIM-AR	159.93 ^a	158.33 ^a	164.33 ^a	165.13 ^a	167.87 ^a	170.97 ^a
EE	4.46	4.46	4.84	5.22	5.13	5.26
Tratamiento	199^{***}					
ORG-LOM	192.60 ^a					
ORG-LSG	143.33 ^b					
ORG-LAG	126.43 ^b					
QUIM-AR	173.47 ^a					
EE	5.55					

ORG-LOM= Sustrato lombricomposta al 100% con manejo orgánico, ORG-LSG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: suelo regional: grava) con manejo orgánico, ORG-LAG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: arena de río: grava) con manejo orgánico, QUIM-AR= Sustrato arena de río con manejo químico.

^{NS} No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras comunes en las columnas no difieren significativamente, prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

EE= Error estándar.

Gráfica 1 Altura de planta de chile habanero durante el experimento.



7.2. Diámetro de tallo (mm)

La variable diámetro de tallo (mm) para el híbrido Chichen Itzá en cuatro sustratos se muestra en el Cuadro y Gráfica 2. Se presentaron diferencias entre tratamientos altamente significativas en todas las edades evaluadas ($p \leq 0.001$), destacándose el tratamiento lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM). El tratamiento arena de río y fertilización química (QUIM-AR) y lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM) mostraron igualdad estadística a la edad de 101, 108, 122 y 136 ddt. El tratamiento lombricomposta-arena de río-grava y fertilización orgánica (ORG-LAG) mantuvo las medias más bajas durante casi todas las edades evaluadas.

Beltrán *et al.*, (2016) afirman que la aplicación de vermicompostaje de estiércol de bovino obtenido mediante lombriz *Eisenia foetida* en 6 genotipos de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.), obtuvieron el mayor diámetro de tallo tanto en plantas producidas en campo abierto e invernadero. López *et al.*, (2012) reportan que la aplicación de lombricomposta tiene un efecto positivo sobre el diámetro del tallo de la planta de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en donde obtuvieron 0.859 cm a los 90 ddt. Nuestros resultados a los 87 ddt fue de 1.145 cm quizá la diferencia fue que en nuestro experimento también se aplicó dosis de fertilizantes orgánicos.

Cuadro 2 Diámetro de tallo (mm) de chile habanero híbrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, de los 45 a los 199 días después del trasplante.

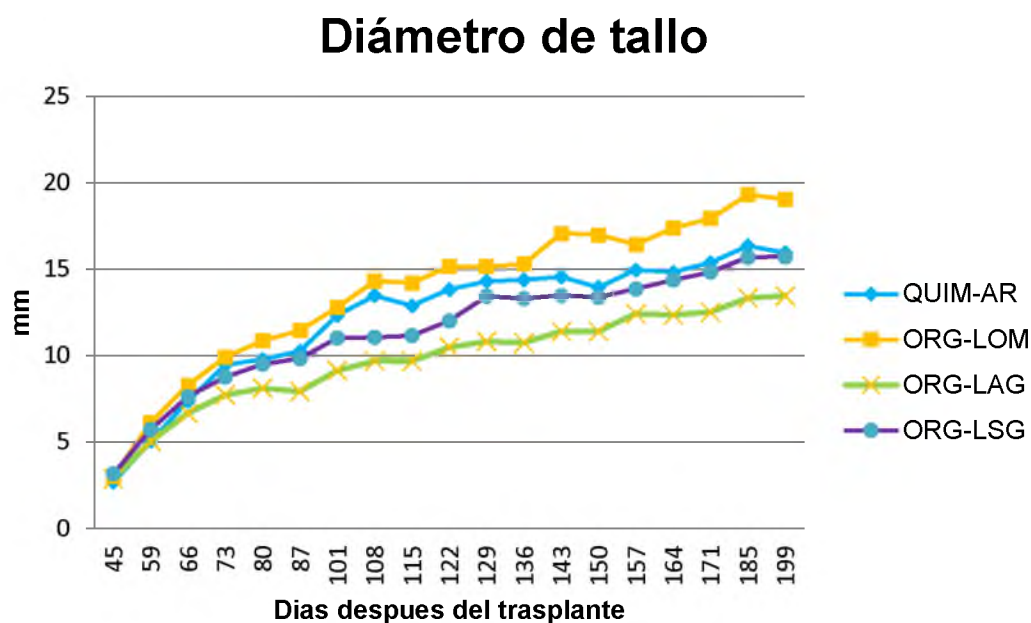
Tratamiento	Edad (días después del trasplante)					
	45 ^{NS}	59 ^{***}	66 ^{***}	73 ^{***}	80 ^{***}	87 ^{***}
ORG-LOM	3.02	6.14 ^a	8.30 ^a	9.91 ^a	10.87 ^a	11.45 ^a
ORG-LSG	3.16	5.73 ^{ab}	7.63 ^{ab}	8.77 ^{bc}	9.51 ^b	9.83 ^b
ORG-LAG	2.87	5.05 ^c	6.67 ^c	7.73 ^c	8.12 ^c	7.93 ^c
QUIM-AR	2.68	5.05 ^{bc}	7.37 ^{bc}	9.47 ^{ab}	9.78 ^b	10.26 ^b
EE	0.13	0.18	0.20	0.29	0.23	0.28
Tratamiento	101^{***}	108^{***}	115^{***}	122^{***}	129^{***}	136^{***}
ORG-LOM	12.79 ^a	14.31 ^a	14.21 ^a	15.15 ^a	15.15 ^a	15.30 ^a
ORG-LSG	11.03 ^b	11.06 ^b	11.16 ^b	12.02 ^b	13.43 ^b	13.30 ^a
ORG-LAG	9.14 ^c	9.69 ^b	9.68 ^c	10.49 ^c	10.82 ^c	10.75 ^b
QUIM-AR	12.33 ^a	13.47 ^a	12.89 ^b	13.83 ^a	14.30 ^{ab}	14.39 ^a
EE	0.32	0.38	0.39	0.41	0.41	0.63
Tratamiento	143^{***}	150^{***}	157^{***}	164^{***}	171^{***}	185^{***}
ORG-LOM	17.07 ^a	17.00 ^a	16.43 ^a	17.39 ^a	17.93 ^a	19.31 ^a
ORG-LSG	13.48 ^b	13.38 ^b	13.87 ^{bc}	14.38 ^b	14.84 ^b	15.70 ^b
ORG-LAG	11.41 ^c	11.41 ^c	12.42 ^c	12.36 ^c	12.52 ^c	13.34 ^c
QUIM-AR	14.55 ^b	13.95 ^b	14.96 ^{ab}	14.83 ^b	15.39 ^b	16.35 ^b
EE	0.50	0.43	0.49	0.41	0.44	0.56
Tratamiento	199^{***}					
ORG-LOM	19.06 ^a					
ORG-LSG	15.72 ^b					
ORG-LAG	13.46 ^c					
QUIM-AR	15.95 ^b					
EE	0.50					

ORG-LOM= Sustrato lombricomposta al 100% con manejo orgánico, ORG-LSG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: suelo regional: grava) con manejo orgánico, ORG-LAG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: arena de río: grava) con manejo orgánico, QUIM-AR= Sustrato arena de río con manejo químico.

^{NS} No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras comunes en las columnas no difieren significativamente, prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

EE= Error estándar.

Gráfica 2 Diámetro de tallo de chile habanero durante el experimento.



7.3. Número de botones

La variable número de botones para el híbrido Chichen Itzá en cuatro sustratos se muestra en el Cuadro y Gráfica 3. Se observó que se presentaron diferencias entre tratamientos para esta variable en la edad de 59 ddt ($p \leq 0.05$), donde destacó el tratamiento con sustrato lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM) y lombricomposta-suelo-grava (ORG-LSG). El tratamiento con sustrato arena de río y fertilización química (QUIM-AR) mostró diferencias entre tratamientos altamente significativas ($p \leq 0.001$) desde los 87 a 115 ddt. Sin embargo a partir de los 150 a 199 ddt el tratamiento sustrato lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM) mostró diferencias entre tratamientos altamente significativas ($p \leq 0.001$). Excluyendo el muestreo a los 171 ddt ya que mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

para este mismo tratamiento. Estos resultados en cierta manera tienden a ser semejantes a los reportados por Abanto *et al.*, (2019) en donde el uso de biofertilizantes de excrementos de origen animal ayudan a la emisión de más botones florales en el cultivo de camu-camu *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh (Familia Myrtaceae).

Cuadro 3 Número de botones de chile habanero híbrido Chichén Itzá, cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, de los 45 a los 199 días después del trasplante.

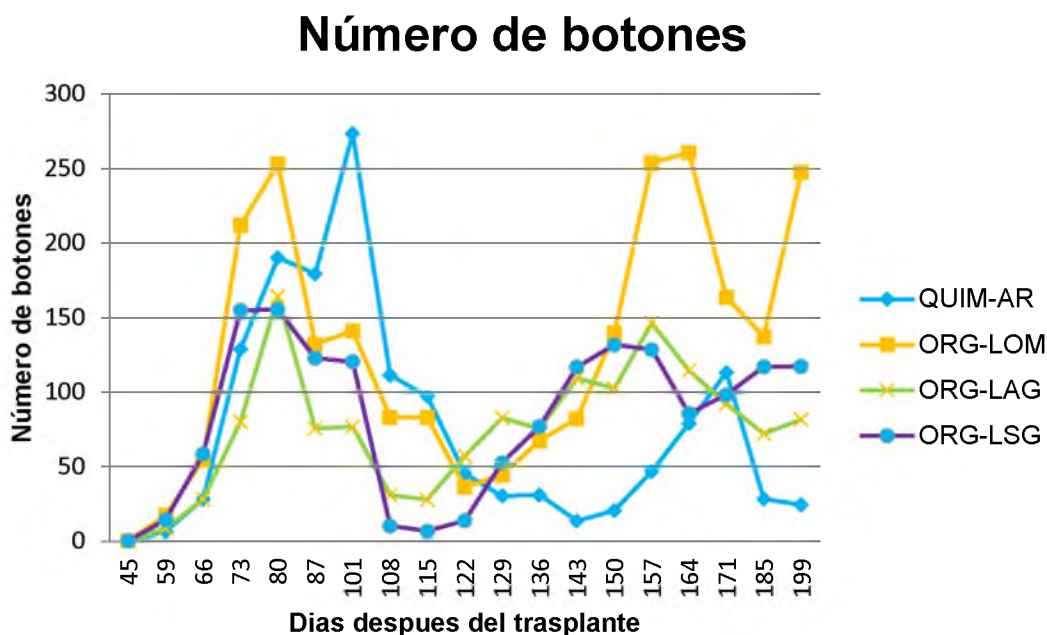
	Edad (días después del trasplante)					
Tratamiento	45^{NS}	59[*]	66^{NS}	73^{***}	80^{NS}	87^{***}
ORG-LOM	0.27	17.33 ^a	54.73 ^a	212.20 ^a	253.13	132.20 ^{ab}
ORG-LSG	0.27	14.27 ^{ab}	58.40 ^a	154.87 ^{ab}	155.53	122.87 ^{ab}
ORG-LAG	0.00	8.53 ^{ab}	28.00 ^a	80.00 ^{bc}	164.07	75.60 ^b
QUIM-AR	0.00	6.53 ^b	28.13 ^a	128.87 ^c	190.27	179.47 ^a
EE	0.17	2.87	9.77	17.64	36.96	15.61
Tratamiento	101^{***}	108^{***}	115^{***}	122^{**}	129[*]	136[*]
ORG-LOM	141.13 ^b	83.27 ^{ab}	83.13 ^a	36.33 ^{ab}	44.47 ^{ab}	67.33 ^a
ORG-LSG	120.53 ^b	10.20 ^c	6.80 ^b	13.80 ^b	52.73 ^{ab}	76.93 ^a
ORG-LAG	76.73 ^b	30.93 ^{bc}	27.80 ^b	57.13 ^a	82.67 ^a	75.53 ^a
QUIM-AR	273.73 ^a	111.33 ^a	97.27 ^a	45.27 ^a	30.27 ^b	31.07 ^a
EE	22.22	14.30	12.51	8.38	11.84	13.84
Tratamiento	143^{***}	150^{***}	157^{***}	164^{***}	171[*]	185^{***}
ORG-LOM	82.33 ^a	139.60 ^a	254.20 ^a	260.67 ^a	163.73 ^a	137.33 ^a
ORG-LSG	116.87 ^a	131.80 ^a	128.53 ^{bc}	85.73 ^b	98.20 ^{ab}	117.07 ^{ab}
ORG-LAG	109.33 ^a	102.60 ^a	146.33 ^b	114.47 ^b	92.13 ^b	72.07 ^{bc}
QUIM-AR	13.53 ^b	20.47 ^b	46.80 ^c	78.93 ^b	113.27 ^{ab}	28.33 ^c
EE	13.89	12.63	22.53	24.54	18.70	15.87
Tratamiento	199^{***}					
ORG-LOM	247.67 ^a					
ORG-LSG	117.40 ^b					
ORG-LAG	81.60 ^{bc}					
QUIM-AR	24.40 ^c					
EE	16.97					

ORG-LOM= Sustrato lombricomposta al 100% con manejo orgánico, ORG-LSG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: suelo regional: grava) con manejo orgánico, ORG-LAG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: arena de río: grava) con manejo orgánico, QUIM-AR= Sustrato arena de río con manejo químico.

^{NS} No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras comunes en las columnas no difieren significativamente, prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

EE= Error estándar.

Gráfica 3 Número de botones de chile habanero durante el experimento.



7.4. Número de flores

La variable número de flores para el híbrido Chichen Itzá en cuatro sustratos se muestra en el Cuadro y Gráfica 4. Para la variable número de flores, en el caso del sustrato lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM) se observó al menos diferencias numéricas a los 66 y 73 ddt. También este mismo tratamiento mostró diferencias altamente significativas a los 87 y 101 ddt ($p \leq 0.001$). El tratamiento con sustrato arena de río y fertilización química (QUIM-AR) mostró diferencias altamente significativas a los 108 y 115 ddt ($p \leq 0.001$). Cabe mencionar que los tratamientos con presencia de sustrato lombricomposta y sus mezclas y fertilización orgánica mostraron igualdad estadística entre sí a los 157 y 164 ddt, pero comparados con el tratamiento

de arena de río y fertilización química (QUIM-AR) hubo diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$). En términos generales, las plantas que fueron producidas en sustratos con 100 y menos por ciento de lombricomposta mantuvieron la mayor carga de flores. Nieto *et al.*, (2002) encontraron que al aplicar 25 t ha⁻¹ de composta en el cultivo de chile (*Capsicum annum*) variedad Anaheim aumentó el número de flores por planta con un valor promedio de 10.91 flores.

Cuadro 4 Número de flores de chile habanero híbrido Chichén Itzá, cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, de los 45 a los 199 días después del trasplante.

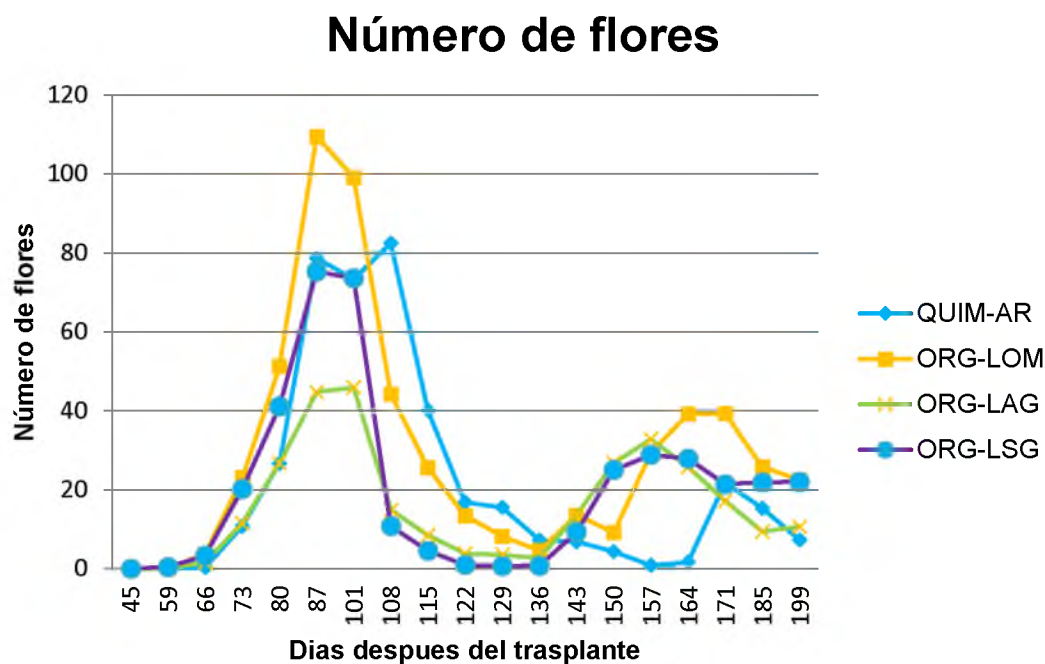
	Edad (días después del trasplante)					
Tratamiento	45^{NS}	59^{NS}	66^{NS}	73^{NS}	80^{**}	87^{***}
ORG-LOM	0.00	0.13	3.67 ^a	23.07 ^a	51.27 ^a	109.47 ^a
ORG-LSG	0.00	0.40	3.27 ^a	20.20 ^a	41.07 ^{ab}	75.27 ^b
ORG-LAG	0.00	0.00	1.53 ^a	11.53 ^a	26.73 ^b	44.73 ^c
QUIM-AR	0.00	0.00	0.27 ^a	10.80 ^a	26.67 ^b	78.67 ^b
EE	0.00	0.21	0.93	3.34	5.43	7.96
Tratamiento	101^{***}	108^{***}	115^{***}	122^{**}	129[*]	136^{NS}
ORG-LOM	99.13 ^a	44.20 ^{ab}	25.53 ^{ab}	13.47 ^a	8.20 ^{ab}	4.60
ORG-LSG	73.53 ^b	10.73 ^b	4.53 ^b	0.93 ^b	0.67 ^b	0.73
ORG-LAG	45.93 ^c	14.93 ^b	8.47 ^b	3.80 ^b	3.53 ^{ab}	2.60
QUIM-AR	73.33 ^b	82.47 ^a	40.07 ^a	16.80 ^a	15.53 ^a	7.27
EE	6.82	12.01	5.71	2.54	3.37	1.95
Tratamiento	143^{NS}	150^{**}	157^{***}	164^{***}	171^{**}	185[*]
ORG-LOM	13.60 ^a	9.13 ^{ab}	29.33 ^a	39.13 ^a	39.33 ^a	25.80 ^a
ORG-LSG	9.27 ^a	25.00 ^a	28.80 ^a	27.87 ^a	21.40 ^b	21.87 ^a
ORG-LAG	13.67 ^a	26.80 ^a	32.80 ^a	25.80 ^a	17.20 ^b	9.40 ^b
QUIM-AR	6.80 ^a	4.33 ^b	0.87 ^b	1.67 ^b	21.73 ^b	15.33 ^a
EE	3.73	5.06	4.14	4.68	4.22	4.40
Tratamiento	199^{**}					
ORG-LOM	22.47 ^a					
ORG-LSG	22.00 ^a					
ORG-LAG	10.60 ^{ab}					
QUIM-AR	7.27 ^b					
EE	3.30					

ORG-LOM= Sustrato lombricomposta al 100% con manejo orgánico, ORG-LSG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: suelo regional: grava) con manejo orgánico, ORG-LAG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: arena de río: grava) con manejo orgánico, QUIM-AR= Sustrato arena de río con manejo químico.

^{NS} No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras comunes en las columnas no difieren significativamente, prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

EE= Error estándar.

Gráfica 4 Número de flores de chile habanero durante el experimento.



7.5. Número de frutos

La variable número de frutos para el híbrido Chichen Itzá en cuatro sustratos se muestra en el Cuadro y Gráfica 5. Se observó que se presentaron diferencias significativas entre tratamientos para esta variable a los 87 ddt ($p \leq 0.001$), destacando el tratamiento con sustrato lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM). El tratamiento con sustrato arena de río y fertilización química (QUIM-AR) mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$) desde los 108 a 143 ddt. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos a los 150 y 157 ddt. De los tratamientos en donde se empleó lombricomposta, ya sea sola o en mezclas, el tratamiento lombricomposta-arena de río-grava (ORG-LAG) obtuvo en la mayoría de

muestreos los valores más bajos en sus medias para esta variable. Roblero *et al.*, (2014) reporta que el número de frutos de tomate por planta se incrementa con concentraciones de 4000 kg de lombricomposta ha⁻¹. Por su parte, Nieto *et al.*, (2002) señalaron que la incorporación de 25 ton/ha⁻¹ de composta en el cultivo de chile (*Capsicum annum*) variedad Anaheim aumento el número de frutos por planta con un valor promedio de 16.37 frutos. Por lo que podemos aseverar que este mismo fenómeno ocurre en el cultivo de chile habanero.

Cuadro 5 Número de frutos de chile habanero híbrido Chichén Itzá, cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, de los 45 a los 199 días después del trasplante.

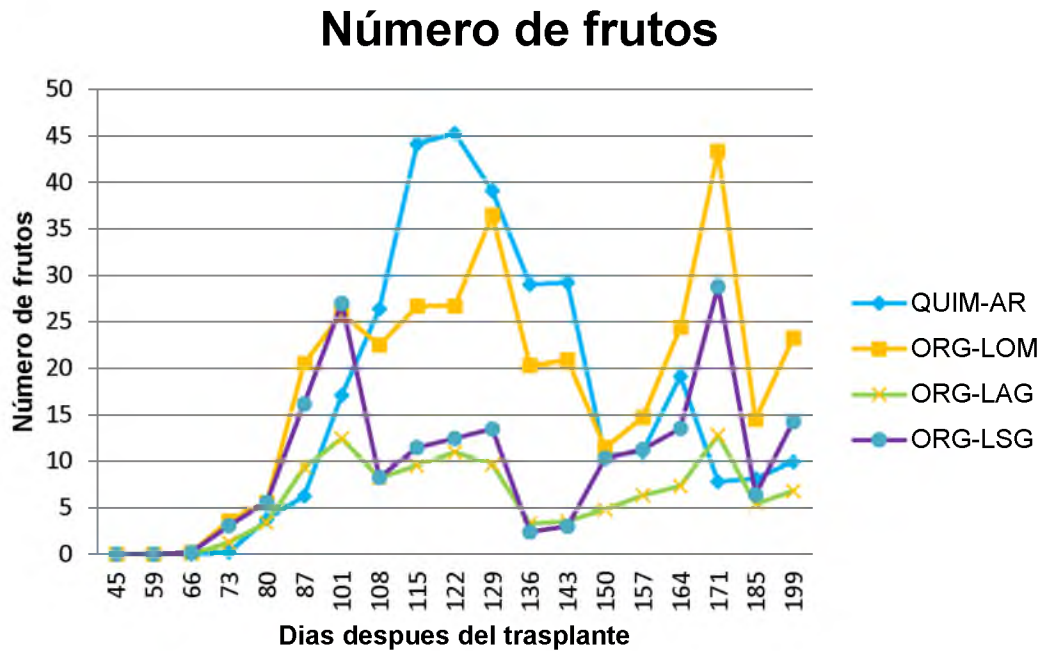
Edad (días después del trasplante)						
Tratamiento	45^{NS}	59^{NS}	66^{NS}	73^{NS}	80^{NS}	87^{**}
ORG-LOM	0.00 ^a	0.00 ^a	0.20 ^a	3.60	5.60	20.53 ^a
ORG-LSG	0.00 ^a	0.00 ^a	0.20 ^a	3.07	5.60	16.20 ^{ab}
ORG-LAG	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	1.27	3.40	9.33 ^b
QUIM-AR	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.20	3.73	6.27 ^b
EE	0.00	0.00	0.14	0.95	1.75	2.71
Tratamiento	101[*]	108^{***}	115^{***}	122^{**}	129^{***}	136^{***}
ORG-LOM	25.87 ^a	22.47 ^a	26.67 ^b	26.73 ^b	36.47 ^a	20.27 ^a
ORG-LSG	27.00 ^a	8.27 ^b	11.47 ^c	12.47 ^c	13.47 ^b	2.40 ^b
ORG-LAG	12.46 ^b	8.20 ^b	9.53 ^c	11.00 ^c	9.67 ^b	3.27 ^b
QUIM-AR	17.13 ^{ab}	26.40 ^a	44.13 ^a	45.27 ^a	39.07 ^a	29.00 ^a
EE	3.49	2.61	3.36	3.03	3.04	2.92
Tratamiento	143^{***}	150^{NS}	157^{NS}	164[*]	171^{**}	185^{***}
ORG-LOM	20.93 ^a	11.47	14.73	24.40 ^a	43.33 ^a	14.53 ^a
ORG-LSG	3.00 ^b	10.33	11.27	13.53 ^a	28.80 ^{ab}	6.40 ^b
ORG-LAG	3.53 ^b	4.80	6.33	7.33 ^a	12.80 ^b	5.40 ^b
QUIM-AR	29.20 ^a	10.53	11.07	19.13 ^a	7.80 ^b	8.13 ^b
EE	2.78	3.09	3.11	4.83	7.77	1.39
Tratamiento	199^{***}					
ORG-LOM	23.27 ^a					
ORG-LSG	14.27 ^{ab}					
ORG-LAG	6.80 ^b					
QUIM-AR	9.93 ^b					
EE	2.44					

ORG-LOM= Sustrato lombricomposta al 100% con manejo orgánico, ORG-LSG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: suelo regional: grava) con manejo orgánico, ORG-LAG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: arena de río: grava) con manejo orgánico, QUIM-AR= Sustrato arena de río con manejo químico.

^{NS} No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras comunes en las columnas no difieren significativamente, prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

EE= Error estándar.

Gráfica 5 Número de frutos de chile habanero durante el experimento



7.6. Peso (g) de frutos

La variable peso de frutos (g) para el híbrido Chichen Itzá en cuatro sustratos se muestra en el Cuadro y Gráfica 6. Se observaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$) entre tratamientos durante los seis cortes, destacándose el tratamiento con sustrato lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM). El tratamiento con sustrato arena de río y fertilización química (QUIM-AR) y sustrato lombricomposta con fertilización orgánica (ORG-LOM) mostraron los mejores rendimientos con similitud numérica durante el segundo y tercer corte, comparado con los dos tratamientos restantes ($p \leq 0.001$). El tratamiento lombricomposta-arena de río-grava con

fertilización orgánica (ORG-LAG) en cuatro de los seis cortes obtuvo los valores más bajos en sus medias para esta variable. Investigaciones realizadas por Tucuch *et al.*, (2012) con diferentes tamaños de partícula de tezontle encontró un peso máximo de frutos de 6.0 gramos en un tamaño de partículas 10-20 mm, nuestros resultados al menos en todos los frutos del tratamiento sustrato lombricomposta con fertilización orgánica superaron el peso reportado en esa investigación. Por su parte, Quintal *et al.*, (2012) en un experimento de rendimiento utilizando como fuente de fertilizantes urea (46N-00P-00K), nitrato de potasio (13N-02P-44K) y fosfato monoamónico (12N-61P-00K) reportaron un peso máximo de frutos de 6.4 gramos. Los pesos de chiles habaneros reportados por Tucuch *et al.*, (2012) y Quintal *et al.*, (2012) se observaron porque los materiales evaluados fueron criollos y para nuestra investigación fue el híbrido Chichen Itzá.

Cuadro 6 Peso (g) de frutos de chile habanero híbrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, del primero al sexto corte, a intervalos de 21 días.

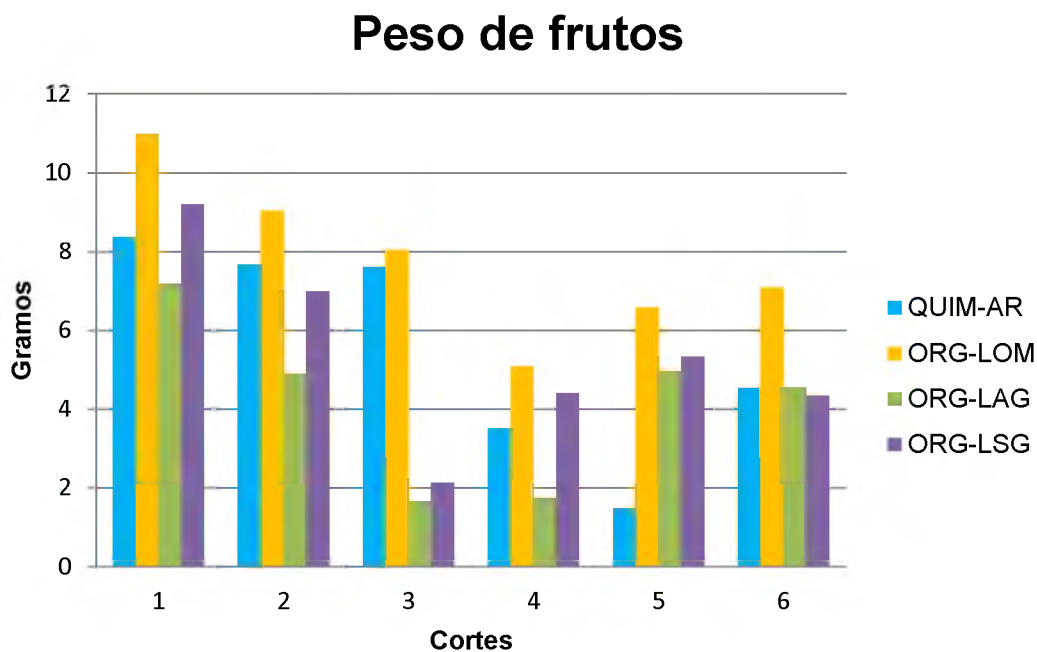
Tratamiento	Cortes					
	Corte 1^{***}	Corte 2^{***}	Corte 3^{***}	Corte 4^{***}	Corte 5^{***}	Corte 6^{***}
ORG-LOM	10.99 ^a	9.04 ^a	8.04 ^a	5.08 ^a	6.57 ^a	7.09 ^a
ORG-LSG	9.20 ^b	6.98 ^b	2.13 ^b	4.41 ^{ab}	5.36 ^{ab}	4.34 ^b
ORG-LAG	7.18 ^c	4.90 ^c	1.66 ^b	1.74 ^c	4.95 ^b	4.58 ^b
QUIM-AR	8.37 ^{bc}	7.70 ^{ab}	7.59 ^a	3.54 ^b	1.49 ^c	4.53 ^b
EE	0.46	0.38	0.40	0.38	0.34	0.39

ORG-LOM= Sustrato lombricomposta al 100% con manejo orgánico, ORG-LSG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: suelo regional: grava) con manejo orgánico, ORG-LAG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: arena de río: grava) con manejo orgánico, QUIM-AR= Sustrato arena de río con manejo químico.

^{NS} No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras comunes en las columnas no difieren significativamente, prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

EE= Error estándar.

Gráfica 6 Peso de frutos (g) de chile habanero durante el experimento.



7.7. Rendimiento por planta (g)

La variable rendimiento por planta (g) para el híbrido Chichen Itzá en cuatro sustratos se muestra en el Cuadro y Gráfica 7. Se observaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$) entre tratamientos durante los cortes 1, 2, 3, 5 y 6, destacándose el tratamiento con sustrato lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM). Los tratamientos con sustrato arena de río y fertilización química (QUIM-AR) y lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM) mostraron igualdad estadística durante los cortes 2 y 3, pero mostraron diferencias altamente significativas con los otros tratamientos ($p \leq 0.001$). El tratamiento lombricomposta-arena de río-grava con fertilización orgánica (ORG-LAG) obtuvo los valores más bajos en sus medias para esta

variable en cinco de los seis cortes. López *et al.*, (2012) indicaron que aplicando lombricomposta en plantas de chile habanero el rendimiento fue de 949 g/planta. Investigaciones realizadas por Tucuch *et al* (2012) con diferentes tamaños de partícula de tezontle encontraron que un tamaño de partículas 10-20 mm mejoran el rendimiento por planta al obtener 302.1 g/planta. Nuestros resultados se encuentran por debajo del rendimiento reportado por López *et al.*, (2012), pero superan en más del 100% los resultados de Tucuch *et al.*, (2012). Lo cual sugiere, que la producción con sustrato lombricomposta puede ser superior que con fertilizantes convencionales.

Cuadro 7 Rendimiento por planta (g) de chile habanero híbrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, del primero al sexto corte, a intervalos de 21 días.

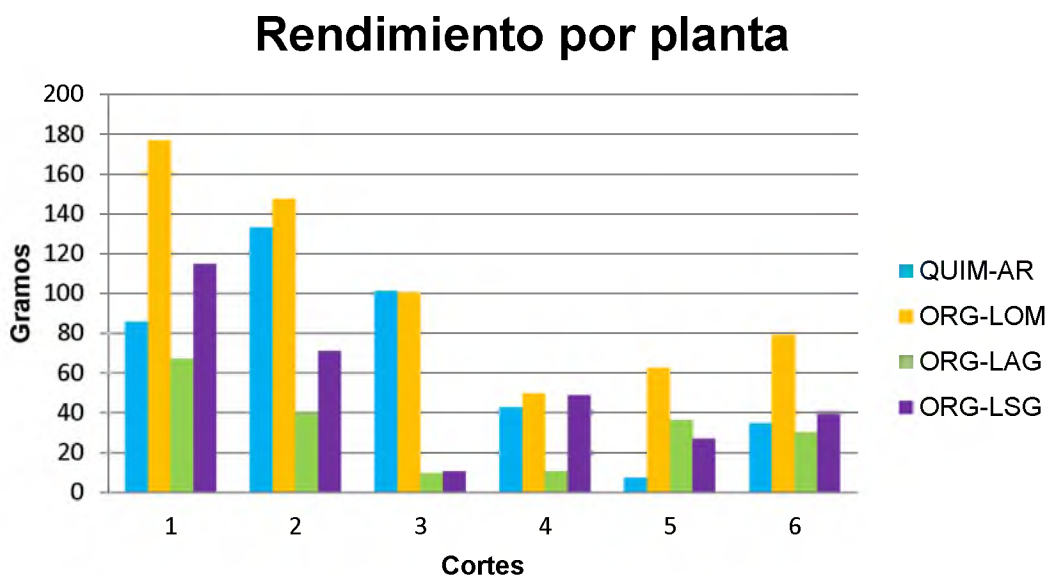
Tratamiento	Cortes						Peso total
	Corte 1 ^{***}	Corte 2 ^{***}	Corte 3 ^{***}	Corte 4 ^{NS}	Corte 5 ^{***}	Corte 6 ^{***}	
ORG-LOM	176.91 ^a	147.75 _a	100.67 _a	49.54	62.51 ^a	79.03 ^a	616.41 ^a
ORG-LSG	114.75 ^b	71.13 ^b	10.49 ^b	48.69	26.82 ^{bc}	38.97 ^b	310.85 ^{ab}
ORG-LAG	67.25 ^b	39.56 ^b	9.49 ^b	10.56	36.19 ^{ab}	30.05 ^b	193.10 ^b
QUIM-AR	85.92 ^b	133.29 _a	101.28 _a	42.61	7.45 ^c	34.59 ^b	405.14 ^{ab}
EE	13.83	12.74	11.25	11.12	7.39	8.58	

ORG-LOM= Sustrato lombricomposta al 100% con manejo orgánico, ORG-LSG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: suelo regional: grava) con manejo orgánico, ORG-LAG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: arena de río: grava) con manejo orgánico, QUIM-AR= Sustrato arena de río con manejo químico.

^{NS} No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras comunes en las columnas no difieren significativamente, prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

EE= Error estándar.

Gráfica 7 Rendimiento por planta (g) de chile habanero durante el experimento.



7.8. Longitud de frutos (mm)

La variable longitud de frutos (mm) para el híbrido Chichen Itzá en cuatro sustratos se muestra en el Cuadro y Gráfica 8. Se observaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$) entre tratamientos en los seis cortes, destacándose el tratamiento con sustrato lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM). Es importante mencionar que los tratamientos con sustrato lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM), lombricomposta-suelo-grava y fertilización orgánica (ORG-LSG) y lombricomposta-arena de río-grava y fertilización orgánica (ORG-LAG) mostraron igualdad estadística durante el corte 5, pero mantuvieron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$) respecto al tratamiento sustrato arena y fertilización química (QUIM-AR). Estos resultados coinciden con lo reportado por Reyes *et al.*, (2014). El

tratamiento lombricomposta-arena de río-grava (ORG-LAG) obtuvo los valores más bajos en sus medias para esta variable en cinco de los seis cortes. De acuerdo a la NOM-189-SCFI, 2012, el tamaño de chile habanero se clasifica en chico < 2 cm, mediano de 2 a 3.9 cm y grande ≥ 4 cm, por lo cual podemos clasificar a la mayoría de los chiles cosechados en los diferentes tratamientos con un tamaño mediano de fruto.

Cuadro 8 Longitud de frutos (mm) de chile habanero híbrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, del primero al sexto corte, a intervalos de 21 días.

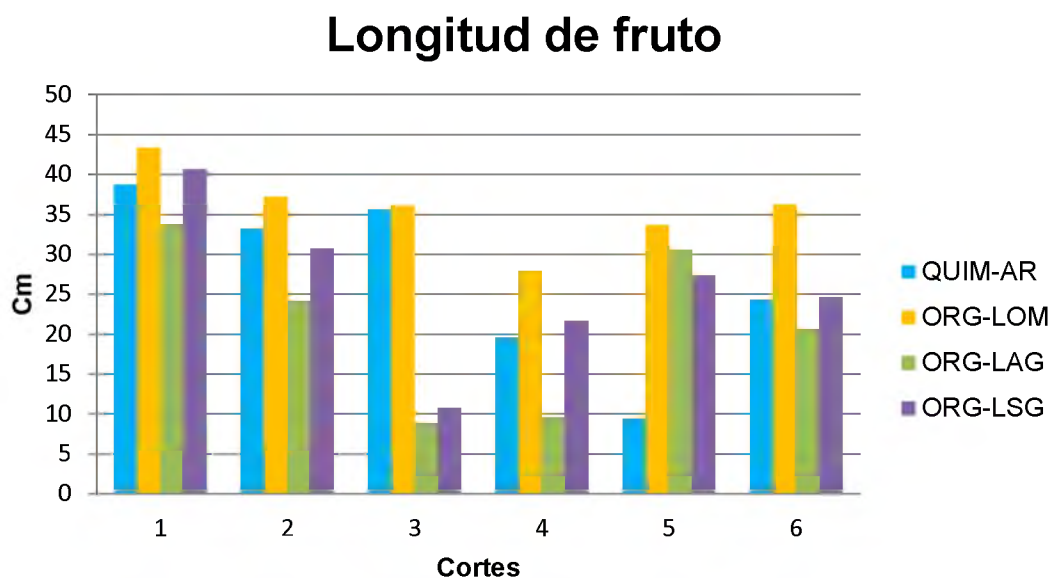
Tratamiento	Cortes					
	Corte 1 ^{***}	Corte 2 ^{***}	Corte 3 ^{***}	Corte 4 ^{***}	Corte 5 ^{***}	Corte 6 ^{***}
ORG-LOM	43.35 ^a	37.20 ^a	36.07 ^a	27.90 ^a	33.70 ^a	36.25 ^a
ORG-LSG	40.58 ^{ab}	30.68 ^b	10.73 ^b	21.68 ^{ab}	27.39 ^a	24.65 ^b
ORG-LAG	33.74 ^c	24.08 ^c	8.80 ^b	9.53 ^c	30.53 ^a	20.65 ^b
QUIM-AR	38.73 ^b	33.18 ^{ab}	35.64 ^a	19.58 ^b	9.40 ^b	24.27 ^b
EE	1.18	1.44	1.58	1.91	1.75	1.72

ORG-LOM= Sustrato lombricomposta al 100% con manejo orgánico, ORG-LSG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: suelo regional: grava) con manejo orgánico, ORG-LAG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: arena de río: grava) con manejo orgánico, QUIM-AR= Sustrato arena de río con manejo químico.

^{NS} No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras comunes en las columnas no difieren significativamente, prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

EE= Error estándar.

Gráfica 8 Longitud de frutos (mm) de chile habanero durante el experimento.



7.9. Diámetro de frutos (mm)

La variable diámetro de frutos (mm) para el híbrido Chichen Itzá en cuatro sustratos se muestra en el Cuadro y Gráfica 9. Se presentaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$) entre tratamientos durante cinco cortes, destacando el tratamiento sustrato lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM). El tratamiento con sustrato arena de río y fertilización química (QUIM-AR) fue superior y mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$) solo en el corte 3. El tratamiento lombricomposta-arena de río-grava con fertilización orgánica (ORG-LAG) obtuvo los valores más bajos en cinco de los seis cortes para esta variable. Investigaciones realizadas por Tucuch *et al.*, (2012) señalan que la relación amonio/nitrato 20/80 en plantas de chile habanero, obtuvo el mayor diámetro de fruto con 2.57 cm. Por su parte, Reyes

et al., (2014) al utilizar como sustrato una mezcla de grava, tierra negra y bagazo de henequén e inoculado con *Pseudomonas spp* obtuvo el mejor diámetro de fruto con 29.1 mm. Estas investigaciones soportan nuestros resultados.

Cuadro 9 Diámetro de frutos (mm) de chile habanero híbrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, del primero sexto corte, a intervalos de 21 días.

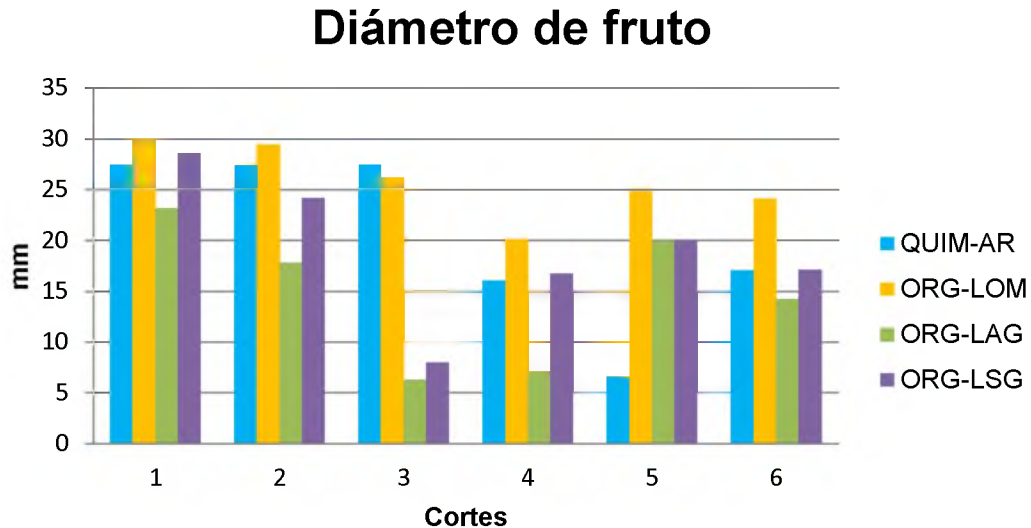
Tratamiento	Cortes					
	Corte 1 ^{***}	Corte 2 ^{***}	Corte 3 ^{***}	Corte 4 ^{***}	Corte 5 ^{***}	Corte 6 ^{***}
ORG-LOM	29.93 ^a	29.44 ^a	26.13 ^a	20.13 ^a	24.82 ^a	24.12 ^a
ORG-LSG	28.58 ^a	24.15 ^b	7.97 ^b	16.75 ^a	19.99 ^a	17.13 ^b
ORG-LAG	23.17 ^b	17.78 ^c	6.29 ^b	7.12 ^b	19.95 ^a	14.22 ^b
QUIM-AR	27.48 ^a	27.47 ^{ab}	27.45 ^a	16.02 ^a	6.62 ^b	17.08 ^b
EE	0.81	1.10	1.11	1.47	1.76	1.18

ORG-LOM= Sustrato lombricomposta al 100% con manejo orgánico, ORG-LSG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: suelo regional: grava) con manejo orgánico, ORG-LAG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: arena de río: grava) con manejo orgánico, QUIM-AR= Sustrato arena de río con manejo químico.

^{NS} No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras comunes en las columnas no difieren significativamente, prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

EE= Error estándar.

Gráfica 9 Diámetro de frutos (mm) de chile habanero durante el experimento.



7.10. Número de lóculos

La variable número de lóculos para el híbrido Chichen Itzá en cuatro sustratos se muestra en el Cuadro y Gráfica 10. Se observaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$) entre tratamientos en el corte 5, destacándose los tratamientos con sustrato lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM) y el tratamiento lombricomposta-suelo-grava y fertilización orgánica (ORG-LSG). Moreno *et al.*, (2014) en el comportamiento del chile Húngaro (*Capsicum annum*) en mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones protegidas encontró resultados estadísticamente similares para la variable número de lóculos con un valor de 2 a 3 de lóculos por chile.

Cuadro 10 Número de lóculos de frutos de chile habanero híbrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, del primero al sexto corte, a intervalos de 21 días.

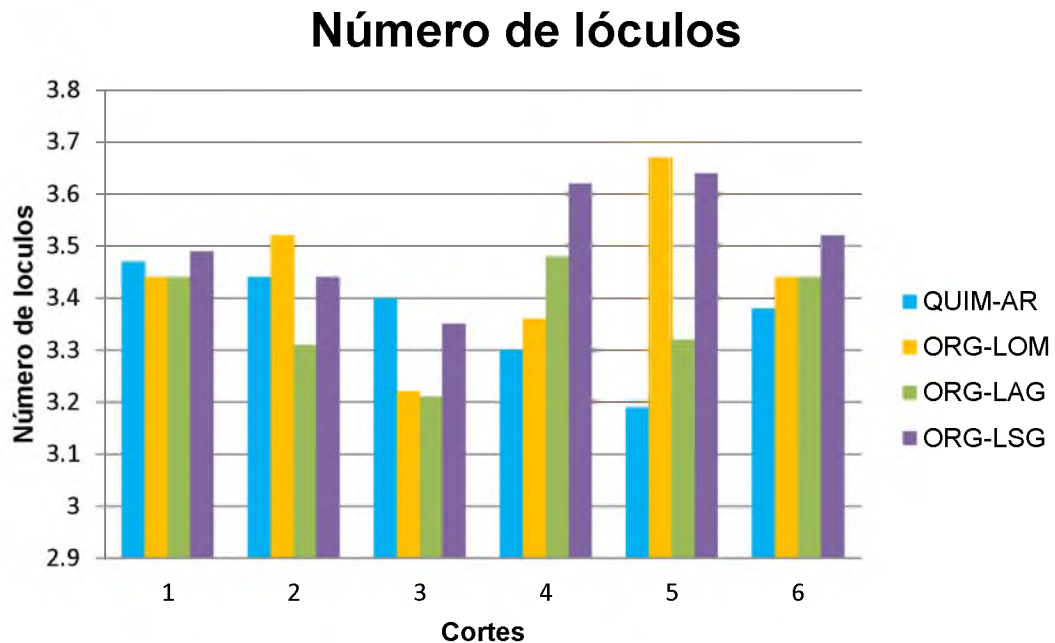
Tratamiento	Cortes					
	Corte 1 ^{NS}	Corte 2 ^{NS}	Corte 3 ^{NS}	Corte 4 ^{NS}	Corte 5 ^{***}	Corte 6 ^{NS}
ORG-LOM	3.44 ^a	3.52 ^a	3.22 ^a	3.36 ^a	3.67 ^a	3.44 ^a
ORG-LSG	3.49 ^a	3.44 ^a	3.35 ^a	3.62 ^a	3.64 ^a	3.52 ^a
ORG-LAG	3.44 ^a	3.31 ^a	3.21 ^a	3.48 ^a	3.32 ^b	3.44 ^a
QUIM-AR	3.47 ^a	3.44 ^a	3.40 ^a	3.30 ^a	3.19 ^b	3.38 ^a
EE	0.07	0.06	0.06	0.08	0.07	0.08

ORG-LOM= Sustrato lombricomposta al 100% con manejo orgánico, ORG-LSG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: suelo regional: grava) con manejo orgánico, ORG-LAG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: arena de río: grava) con manejo orgánico, QUIM-AR= Sustrato arena de río con manejo químico.

^{NS} No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras comunes en las columnas no difieren significativamente, prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

EE= Error estándar.

Gráfica 10 Número de lóculos de chile habanero durante el experimento.



7.11. Grosor de pericarpio (mm)

La variable grosor de pericarpio (mm) para el híbrido Chichen Itzá en cuatro sustratos se muestra en el Cuadro y Gráfica 11. Se observó que se presentaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$) entre tratamientos en cinco de los seis cortes, destacando los tratamientos con sustrato lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM) y el tratamiento con sustrato arena de río y fertilización química (QUIM-AR). Ambos tratamientos mostraron igualdad estadística durante los cortes 1, 3 y 4. El tratamiento lombricomposta-arena de río-grava con fertilización orgánica (ORG-LAG) obtuvo los valores más bajos en sus medias para esta variable en cinco de seis cortes. Moreno *et al.*, (2014) en su investigación del chile Húngaro (*Capsicum annuum*) en mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones protegidas encontró el mayor espesor de pericarpio con un valor de 0.7 cm.

Cuadro 11 Grosor de pericarpio (mm) de frutos de chile habanero híbrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, del primero al sexto corte, a intervalos de 21 días.

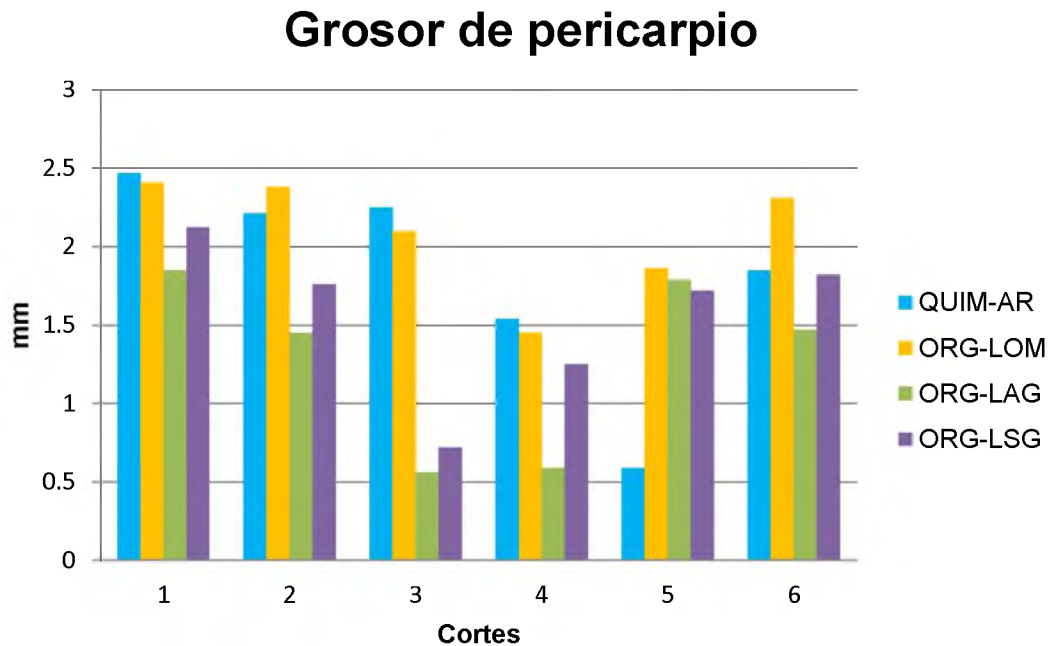
Tratamiento	Cortes					
	Corte 1 ^{***}	Corte 2 ^{***}	Corte 3 ^{***}	Corte 4 ^{***}	Corte 5 ^{***}	Corte 6 ^{***}
ORG-LOM	2.41 ^a	2.38 ^a	2.10 ^a	1.45 ^a	1.86 ^a	2.31 ^a
ORG-LSG	2.12 ^b	1.76 ^{bc}	0.72 ^b	1.25 ^a	1.72 ^a	1.82 ^b
ORG-LAG	1.85 ^b	1.45 ^c	0.56 ^b	0.59 ^b	1.79 ^a	1.47 ^b
QUIM-AR	2.47 ^a	2.21 ^{ab}	2.25 ^a	1.54 ^a	0.59 ^b	1.85 ^{ab}
EE	0.08	0.13	0.10	0.12	0.11	0.13

ORG-LOM= Sustrato lombricomposta al 100% con manejo orgánico, ORG-LSG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: suelo regional: grava) con manejo orgánico, ORG-LAG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: arena de río: grava) con manejo orgánico, QUIM-AR= Sustrato arena de río con manejo químico.

^{NS} No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras comunes en las columnas no difieren significativamente, prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

EE= Error estándar.

Gráfica 11 Grosor de pericarpio (mm) de chile habanero durante el experimento.



7.12. Contenido de sacarosa

La variable de contenido de sacarosa para el híbrido Chichen Itzá en cuatro sustratos se muestra en el Cuadro y Gráfica 12. Los tratamientos con sustrato lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM), lombricomposta-suelo-grava y fertilización orgánica (ORG-LSG) y arena de río y fertilización química (QUIM-AR), mostraron igualdad estadística durante el corte 1, pero existieron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) con el sustrato lombricomposta-arena de río-grava con fertilización orgánica (ORG-LAG). El tratamiento con sustrato arena de río y fertilización química (QUIM-AR) mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$) durante el corte 2 al 4. Cabe mencionar que durante el corte 5 los tratamientos lombricomposta y fertilización orgánica (ORG-LOM), lombricomposta-suelo-grava y fertilización orgánica (ORG-LSG) y lombricomposta-arena de río-grava y fertilización orgánica (ORG-LAG), mostraron igualdad estadística, además se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$) con el sustrato arena de río y fertilización química (QUIM-AR). Figueroa *et al.*, (2015) en un experimento en el que utilizaron tezontle como sustrato y variedades de pimiento morrón encontraron un valor máximo de 9.2 °Brix en la variedad triple 4. Por otro lado, Fortis *et al.*, (2012) evaluaron sustratos orgánicos en la producción de chile pimiento morrón, encontrando como valor máximo 9.1 °Brix en la mezcla de vermicompost 50% + arena 50%. Los valores anteriormente expuestos representan los grados Brix de chiles con poca pungencia. En otros tipos de chiles, los grados Brix están representados por valores que van desde los 5.1 a 9.9 °Brix como en el caso del chile siete caldos (*Capsicum annuum* L.) (Solís-Marroquín *et al.*,

2017). Así que esta variable depende mucho del tipo de chile o incluso la especie de esta hortaliza.

Cuadro 12 Contenido de sacarosa de frutos de chile habanero híbrido Chichen Itzá cultivado en cuatro sustratos en condiciones de invernadero, del primero al sexto corte, a intervalos de 21 días.

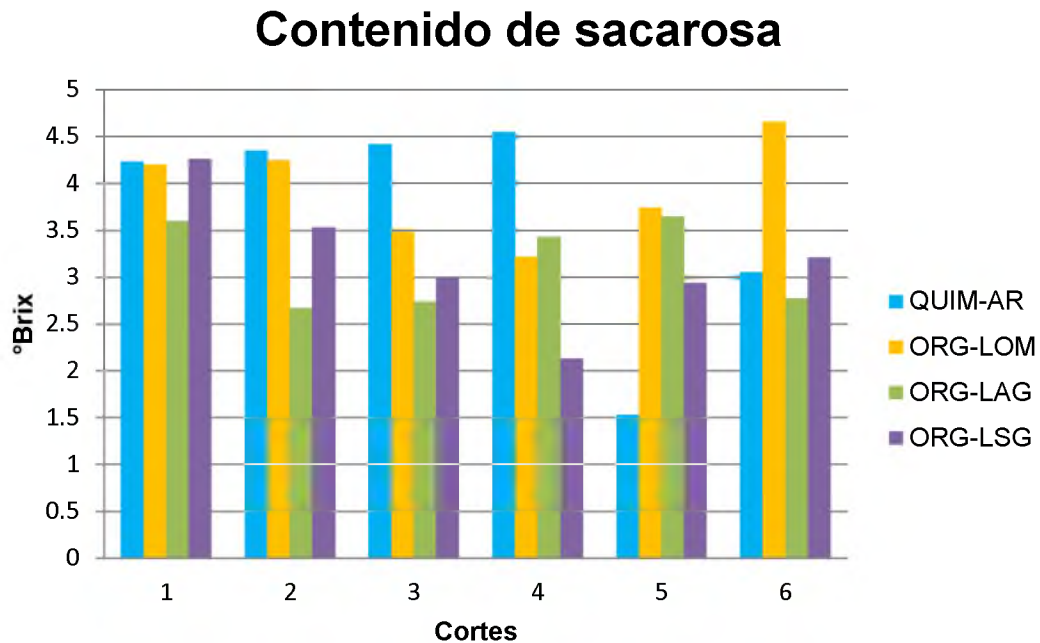
Tratamiento	Cortes					
	Corte 1**	Corte 2***	Corte 3***	Corte 4***	Corte 5***	Corte 6***
ORG-LOM	4.20 ^a	4.25 ^a	3.46 ^{ab}	3.22 ^{ab}	3.74 ^a	4.66 ^a
ORG-LSG	4.26 ^a	3.53 ^b	3.00 ^b	2.13 ^b	2.94 ^a	3.21 ^b
ORG-LAG	3.60 ^b	2.67 ^c	2.74 ^b	3.43 ^{ab}	3.65 ^a	2.77 ^b
QUIM-AR	4.23 ^a	4.35 ^a	4.42 ^a	4.55 ^a	1.53 ^b	3.05 ^b
EE	0.14	0.19	0.19	0.30	0.25	0.25

ORG-LOM= Sustrato lombricomposta al 100% con manejo orgánico, ORG-LSG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: suelo regional: grava) con manejo orgánico, ORG-LAG= Mezcla de sustratos en proporción 1:1:1 (lombricomposta: arena de río: grava) con manejo orgánico, QUIM-AR= Sustrato arena de río con manejo químico.

^{NS} No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras comunes en las columnas no difieren significativamente, prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

EE= Error estándar.

Gráfica 12 Contenido de sacarosa de chile habanero durante el experimento.

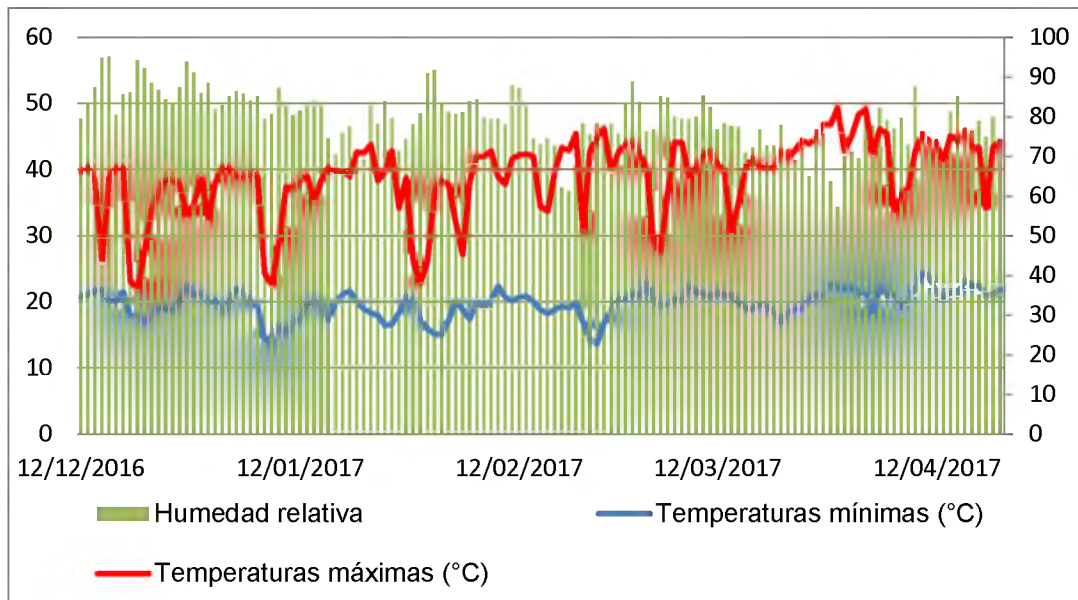


8. TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DURANTE EL EXPERIMENTO

La temperatura mínima y máxima registrada a una altura de 1.70 cm del suelo y la humedad relativa durante el experimento se muestran en la Gráfica 13. En los meses de diciembre, enero y febrero se presentaron las temperaturas más bajas registradas, en febrero se obtuvo la temperatura mínima más baja de 13.6°C, mientras que las temperaturas más altas se registran en los meses de marzo y abril, siendo marzo el mes que registró la temperatura máxima más alta de 49.3°C. La humedad relativa más alta se registró durante los meses de diciembre y enero, siendo diciembre el mes que obtuvo el registro más alto de 95%. Los meses de febrero, marzo y abril

presentaron humedades relativas más bajas. En marzo se presentó el registro más bajo de 64%.

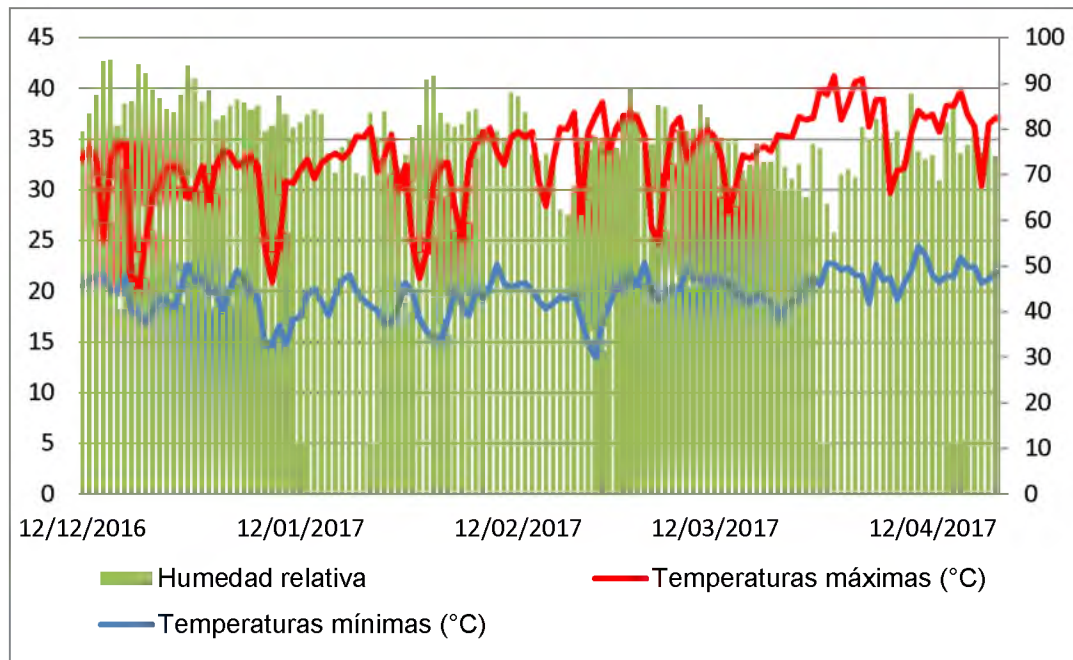
Gráfica 13 Temperatura mínima y máxima registrada a 1.70 cm del suelo y humedad relativa.



La temperatura mínima y máxima registrada a una altura de 50 cm del suelo y la humedad relativa durante el experimento se muestran en la Gráfica 14. En los meses de diciembre, enero y febrero, se presentaron las temperaturas más bajas registradas, en febrero se alcanza la temperatura mínima más baja de 13.5°C, mientras que las temperaturas más altas se registran en los meses de marzo y abril siendo marzo el mes que registró la temperatura máxima más alta de 41.2°C. La humedad relativa más alta se registró durante los meses de diciembre y enero, siendo diciembre el mes que obtuvo el registro más alto de 95%. Los meses de febrero, marzo y abril

presentaron humedades relativas más bajas. En marzo se registró hasta 64% aproximadamente.

Gráfica 14 Temperatura mínima y máxima registrada a 50 cm del suelo y humedad relativa.



9. CONCLUSIONES

La producción de chile habanero con lombricomposta y fertilizantes orgánicos destacó en las variables de crecimiento y de rendimiento bajo condiciones de invernadero en Loma Bonita, Oaxaca.

La calidad de frutos de chile habanero con lombricomposta y fertilizantes orgánicos fue mejor comparado con la producción hidropónica convencional.

La producción del cultivo de chile habanero bajo el esquema de agricultura orgánica y bajo invernadero en la región del Papaloapan, representa una alternativa de producción local.

10. LITERATURA CITADA

Abanto-Rodríguez, C., Soregui-Mori, G. M., Pinedo-Panduro, M. FH., Velazco-Castro, E. V., Paredes-Dávila, E. J. y Medeiros-de Oliveira, E. 2019. Uso de biofertilizantes en el desarrollo vegetativo y productivo de plantas de camu-camu en Ucayali, Perú. *Rev. Ceres, Viçosa*. 66 (2): 08-116.

Aceves N., L.A., J. F. Juárez L., D.J. Palma L., B. Rivera H., J. A. Rincón R., A.R. Morales C., R. Hernández A. y A. Martínez S. 2008. Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) en el estado de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco-SAGARPA-DEIDRUS TAB-COLPOS-INIFAP. Villahermosa, Tabasco, México. 33 p.

Aguilar-Rincón, V. H., T. Corona-Torres, P. López-López, L. Latournerie-Moreno, M. Ramírez-Meraz, H. Villalón-Mendoza y J. A. Aguilar Castillo. 2010. Los chiles de México y su distribución. SINAREFI, Colegio de Postgraduados, INIFAP, IT-Conkal, UNAL y UAN. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 114 p.

Aguilar M.A. 2006. Ethnobotanical and Molecular Data Reveal the complexity of the domestication do, estimation of chiles (*Capsicum annuum* L.). Mexico. Dissertation PhD. University of California, Riverside. 206 pp.

Beltrán, M. F. A., García, H. J. L., Ruíz, Espinoza, Valdez, C. R. D., Preciado, R. P., Fortis, H. M. y González, Z. A. 2016. Efecto de sustratos orgánicos en el crecimiento de seis variedades de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 3 (7): 143-149.

Beltrano, J. y D. O Giménez. 2015. Cultivo en hidroponía. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Editorial de la Universidad Nacional de la Plata (EDULP). 180 pp. ISBN: 978-950-34-1258-9.

Cabrera R.I. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5 (1): 5-11.

CONAPROCH, COMITÉ NACIONAL SISTEMA PRODUCTO CHILE. 2016. Plan Rector Nacional 2016. Disponible en: http://www.conaproch.com/descargas/PLAN_RECTOR_2016.pdf. (Consulta 30/Enero/2017).

FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. FAO. Rome, Italy.
FAO. 2000. ECOCROP.Version Online www. Ecocrop.fao.org. FAO. Roma, Italia.

FAO. 2003a. ¿Qué es la hidroponía? Recuperado de: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/aup/pdf/hidrosim/1.pdf. (Consulta 10/Agosto/2020).

FAO. 2003b. ¿Qué es la agricultura orgánica? Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/007/ad818s/ad818s03.htm#>. TopOf Page. (Consulta 18/Febrero/2017).

FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations 2009. Exportaciones: País por producto. Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>. (Consulta 5/Diciembre/2017).

Figueroa C. I. E., Martínez D. M.T., Rodríguez P. J. E., Cruz Á. O., Beryl C. L. M. T., Valle G. S., Ramírez R. S. P. 2015. Capacidad antioxidante en variedades de pimiento morrón (*Capsicum annum* L.). Interciencia 40: 696-703.

Fortis-Hernández M., Preciado-Rangel P., García-Hernández J. L., Navarro B. A., González J. A., Omaña S. J. M. 2012. Sustratos orgánicos en la producción de chile pimiento morrón. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 3: 1203-1216.

García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Offset Larios. México. 246 p.

Gómez-Tovar, L. y M.A. Gómez. C. 2004. La agricultura orgánica en México y en el mundo. CONABIO. Biodiversitas 55:13-15.

Gómez, C. M. A. 2002. Agricultura orgánica: mercado internacional y propuesta para su desarrollo en México. Volumen 62 de Reporte de

investigación. (CIESTAAM). Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo. México. 58 pp.

Honorable Ayuntamiento Constitucional de Loma Bonita, Oaxaca. 2008. Plan Municipal de Desarrollo. Pagina de internet: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Oaxaca/Todos%20los%20Municipios/wo46349.pdf>. (Consulta 29/Enero/2017).

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2014. Mapa digital de México. Página de internet: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/mapadigital/>. (Consulta 15/Enero/2017).

Jensen H. M. and A. J. Malter. 1995. Protected Agriculture: A Global Review. World Bank Technical Paper Number 253. The World Bank. Washington, D. C. USA. 157p.

Juárez, L. P., R. Bugarín M., R. Castro B., A. L. Sánchez M., E. Cruz C., C. R. Juárez R., G. Alejo S. y R. Balois M. 2011. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. Revista Fuente 8: 21-27. ISSN 2007-0713.

López, L. R., Hernández, M. F., Baeza, A. W. I., Chong, J. J. A., Márquez, M. I. 2015. Producción de chile habanero con riego por goteo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Huimanguillo, Tabasco, México.

López-Arcos, M., Poot-Matu, J. E. y Mijangos-Cortez, M. A. 2012. Respuesta del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) al suministro de abono orgánico en Tabasco, México. Revista Científica UDO Agrícola. 12 (2): 307-312.

Marín, Z.R. 2010. Densidades de población, soluciones nutrimentales en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) cultivado en invernadero. Tesis de Licenciatura. División de Carreras Agronómicas. Ingeniero Agrónomo en Irrigación. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. 49 p.

Martín, C. N y W. G. González. 1991. Caracterización de Acciones de Chile (*Capsicum* spp.). Agronomía Mesoamericana. 2: 31-39.

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 UNCUYO. 46 (2): 97-111.

Nieto-Garibay, A., Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguéz, E., Larrinaga-Mayoral, J. A. y García-Hernández, J. L. 2002. El uso de compostas como alternativa económica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zona áridas. Interciencia. 27 (8): 417-421.

NORMA Oficial Mexicana NOM-189-SCFI-2012, Chile Habanero de la Península de Yucatán (*Capsicum chinense* Jacq.)-Especificaciones y métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación, México, 30 de noviembre de 2012.

OEIDRUS, Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable. SEDAPA. 2008. Datos y distribución geográfica de los principales cultivos. Oaxaca. www.oeidrus-portal.gob.mx. (Consulta 22/Marzo/2017).

OEIDRUS, Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable. 2010. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2010, Oaxaca. Disponible en: http://www.oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus_oax/a1.php (Consulta 22/Marzo/2017).

OIRSA. 2003. Manual de producción ecológica con énfasis en cultivos tropicales. OIRSA-VINIFEX. Petén, Guatemala. 76 p.

Pérez, V. A. y C. Landeros S. 2009. Agricultura y deterioro ambiental. Elementos 73: 19-25.

Quintal-Ortiz, W. C., Pérez-Gutiérrez, A., Latournerie-Moreno, L., May-Lara, C., Ruíz-Sánchez, E y Martínez-Chacón, A. J. 2012. Uso de agua, potencial hídrico y rendimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Revista Fitotecnia Mexicana. 35 (2): 155-160.

Ramírez C. L., Barrera G. V.H., Ramírez O. E.V. 2011. Automatización en el sistema de riego de un invernadero de jitomate ubicado en San Francisco Lachigolo, Tlacolula de Matamoros, Oaxaca (tesis de pregrado). Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Unidad Culhuacan, Oaxaca.

Reyes R. A., López-Arcos M., Ruiz-Sánchez E., Latournerie-Moreno L., Pérez-Gutiérrez A., Lozano-Contreras M. G., Zavala-León M. J. (2014). Efectividad de inoculantes microbianos en el crecimiento y productividad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Agrociencia*, 48, 285-294.

Roblero-Robles, H. R., Nava-Pérez, E., Valenzuela-Quiñonez, W., Camacho-Báez, J. R. y Rodríguez-Quiroz, R. 2014. Evaluación de cinco dosis de vermicomposta en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8: 1495-1500.

Ruiz-Lau, N., F. Medina L., M. Martínez E. 2011. El chile habanero: su origen y usos. *Ciencia*. 70-77.

Ruíz, F. J. F. 1996. Agricultura Orgánica: una opción sustentable para el agro mexicano. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 164 p.

SAGARPA, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2017. Producción nacional de chile alcanza 2.3 millones de toneladas. Página de internet: http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/navarit/boletines/Paginas/BNSAGE_NE052017.aspx. (Consulta 10/Octubre/2017).

SAGARPA/SIAP, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación/Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2015. Márgenes de comercialización: Chile habanero. Página de internet: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/66149/MC_chilhaban_septiembre_2015.pdf. (Consulta: 10/Octubre/2017).

SAGARPA, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 2014. Ventajas y desventajas de la producción orgánica. Página de internet: <http://www.mexicocalidadsuprema.org/archivos/senasica.pdf>. (Consulta 15/Abril/2017).

SAGARPA, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2012. México, potencia productora de chile. Página de Internet: <https://www.gob.mx/agricultura%7Cyucatan/articulos/mexico-potencia-productora-de-chile>. (Consulta 4/Diciembre/2016).

Salaya, D. J. 2010. Elaboración artesanal de dos abonos líquidos fermentados y su efectividad en la producción de plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq). Tesis Maestro en Ciencias. Campus Tabasco. Colegio de Postgraduados, Cárdenas, Tabasco. 44 p.

Salazar, L. y C. Silva. 2004. Efectos farmacológicos de la capsaicina, el principio pungente del chile. *Biología Scripta*. 1(1): 7-14.

SENASICA, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 2004. Ventajas y desventajas de la producción orgánica. Página de internet: <http://www.mexicocalidadsuprema.org/archivos/senasica.pdf>. (Consulta 22/Marzo/2017).

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2018. Página de internet: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola>. (Consulta 2/Abril/2018).

Solís-Marroquín, D., Lecona-Guzmán, C.A., Ruíz-Lau, N., Ocampo, P., Rodas-Trejo, J., González-Santiago, C., González-Mejía, O., Gordillo-Páez, L. 2017. Análisis bromatológico de frutos de chile "Siete Caldos" (*Capsicum annuum*) cultivados en condiciones de cielo abierto y casa sombra. *Agroproductividad*. 10(9): 34-40.

Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution. In: Sixth International Congress on Soilless Culture. Proceedings International Society for Soilless Culture. Lunteren, the Netherlands pp 663-650.

Tucuch-Haas, C.J., Alcántar-González, G., Ordaz-Chaparro, V. M., Santizo-Rincón, J. A y Larqué-Saavedra, A. 2012. Producción y calidad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) con diferentes relaciones NH₄⁺/NO₃⁻ y tamaño de partícula de sustratos. *Terra Latinoamericana*. 30 (1): 9-15.

Tun-Dzul, J.C. 2001. Chile Habanero, características y tecnología de producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. INIFAP. Folleto técnico Mocochoá, Yucatán, México. 74 p.

UACH, UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO 2016. Insuficiente, la producción de chile habanero en México. Página de Internet: https://chapingo.mx/web/sites/default/files/sintesis/sintesis_21_abril_2016.pdf (Consulta 6/Diciembre/2016).

Villa, C. M., Catalan, V. E. A., Inzunza, I. M. A., Román, L. A., Macías, R. H., Cabrera, R. D. 2014. Producción hidropónica de chile habanero en invernadero. INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Waizel, J., y R. Camacho-Morfin. 2011. El género *Capsicum* spp. ("chile") Una versión panorámica. Revista Aleph Zero. 60: 67-79.

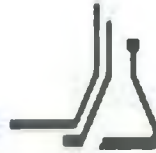
2000 AGRO. 2017. El chile habanero. 2000 AGRO Revista industrial del campo. Disponible en: <http://www.2000agro.com.mx/organicos/el-chile-habanero/>. (Consulta 25/Septiembre/2019).

11. ANEXOS

11.1. Análisis de sustratos utilizados durante el experimento



UACH DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO CENTRAL UNIVERSITARIO



TIPO DE MUESTRA: ARENA DE RÍO (1 MUESTRA)

Nº CONTROL	M. O. %	N Tot. %	N Inorg. mgKg ⁻¹	P mgKg ⁻¹	K mgKg ⁻¹	Na mgKg ⁻¹	Ca mgKg ⁻¹
23	0.26	0.01	7.4	2.07	41	36	382

Nº CONTROL	Mg mgKg ⁻¹	Fe mgKg ⁻¹	Cu mgKg ⁻¹	Zn mgKg ⁻¹	Mn mgKg ⁻¹	B mgKg ⁻¹	C:N
23	79.22	6.94	0.44	0.49	1.65	0.85	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, RELACION 1:20 Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE EMISION DE FLAMA.

CALCIO, MAGNESIO (Ca, Mg): EXTRAIDO CON ACETATO DE AMONIO 1.0 N, pH 7.0, RELACION 1:20 Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.

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

BORO (B): EXTRAIDO CON CaCl₂ 3.0M Y DETERMINADO POR FOTOCOLORIMETRIA CON AZOMETINA-H.

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

IDENTIFICACION

23: ARENA DE RÍO.

TIPO DE MUESTRA: LOMBRICOMPOSTA (1 MUESTRA)

Nº CONTROL	pH	CE dSm ⁻¹	MO %	N %	P %	K %	Na %	Ca %	Mg %
LC-24	8.00	1.73	42.38	1.09	0.59	1.10	0.27	0.55	0.23

Nº CONTROL	CIC Cmol _c , Kg ⁻¹	Fe %	Cu mgKg ⁻¹	Zn mgKg ⁻¹	Mn mgKg ⁻¹	B mgKg ⁻¹	Dens. Apar. ton ⁻³	C:N
LC-24	38.6	0.14	151.20	162.70	232.70	171.99	0.99	22.5



METODOLOGIA:

pH: POTENCIOMETRICO EN RELACION MUESTRA: AGUA, 1:5.
 CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE): PUENTE DE CONDUCTIVIDAD EN RELACION 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.

USUARIO: **UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN**

PROCEDENCIA: LOMA BONITA, OAXACA

TIPO DE MUESTRA: SUELO (1 MUESTRA)

Nº CONTROL	pH	CE dSm ⁻¹	MO %	N mgKg ⁻¹	P mgKg ⁻¹	K mgKg ⁻¹	Ca mgKg ⁻¹
22	4.2	0.09	3.03	9.8	36.89	40	357

Nº CONTROL	Mg mgKg ⁻¹	Fe mgKg ⁻¹	Cu mgKg ⁻¹	Zn mgKg ⁻¹	Mn mgKg ⁻¹	B mgKg ⁻¹	DENS. A. tm ⁻³
22	88	49.42	0.962	1.61	4.812	1.29	1.53

Nº CONTROL	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura
22	58.4	37.3	4.4	FRANCO-ARENOSO

METODOLOGIA:

pH: POTENCIOMETRICO, RELACION SUELO-AGUA, 1:2.
 CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE): PUENTE DE CONDUCTIVIDAD EN RELACION MUESTRA: AGUA, 1:2.
 MATERIA ORGANICA (MO): WALKLEY Y BLACK.
 NITROGENO (N): EXTRAIDO CON CLORURO DE POTASIO 2N Y DETERMINADO POR ARRASTRE DE VAPOR.
 FOSFORO ASIMILABLE (P): BRAY P-1.
 POTASIO, SODIO (K, Na): EXTRAIDO EN ACETATO DE AMONIO 1.0 N, pH 7.0, RELACION 1:20 Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE EMISION DE FLAMA.
 CALCIO, MAGNESIO (Ca, Mg): EXTRAIDO CON ACETATO DE AMONIO 1.0 N, pH 7.0, RELACION 1:20 Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.
 HIERRO, COBRE, ZINC, MANGANESO (Fe, Cu, Zn, Mn): EXTRAIDO CON DTPA RELACION 1:4 Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.
 BORO (B): EXTRAIDO CON CaCl₂ 1.0M Y DETERMINADO POR FOTOCOLORIMETRIA CON AZOMETINA-H
 TEXTURA (TEX): HIDROMETRO DE BOUYCOUCUS.

11.2. Evidencia fotográfica del experimento



Figura 1. Siembra en charolas de unicel de 200 cavidades y emergencias de plántulas de chile habanero.



Figura 2. Trasplante de plántulas en las mezclas de sustratos lombricomposta-arena de río-grava y lombricomposta-suelo-grava.



Figura 3. Desarrollo de plantas de chile habanero.



Figura 4. Etapa de producción.



Figura 5. Toma de datos de morfología, calidad de fruto y rendimiento.

11.3. Participación a eventos de divulgación científica y de interés para el lector



COMPORTAMIENTO MORFOLÓGICO DE CHILE HABANERO CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA, BAJO INVERNADERO EN LOMA BONITA, OAXACA

Gabriel López Martínez¹, Ana Rosa Ramírez Scañer¹, Leonel Javier López^{2*}, Rogelio Enrique Palacios Torres¹, José Antonio Yam Tzee¹, Diana López Coronel², Gabriela Díaz Félix¹

¹Ingeniería Agrícola Tropical. ²Licenciatura en Zootecnia. Universidad del Papaloapan. Av. Ferrocarril s/n, Ciudad Universitaria, Loma Bonita Oaxaca, México, C.P. 68400.

Acreditación académica: Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres

Contacto académico: rogeliopalaci57@hotmail.com y lomg_1809@outlook.com
Cel.: 554 647 5462 y 951 180 0169

RESUMEN

Debido a la importancia que tiene el cultivo de chile habanero como condimento en México y en otros países, por la generación de divisas y fuentes de empleo, principalmente en los estados del sur del país, así como la escasez de tecnología de producción y manejo agronómico, se estableció como objetivo el estudio morfológico del cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* L.) variedad jaguar bajo invernadero en clima tropical, en sustratos: arena, humus de lombriz y mezcla (arena:grava:humus, v:v:v), con fertilización orgánica y humus de lombriz y mezcla (arena:grava:humus, v:v:v) con fertilización inorgánica con la aplicación de los nutrientes cada tercer día, obteniendo un total de ocho tratamientos. Los tratamientos con sustrato humus y mezcla con fertilización química en etapa de plántulas y fertilización orgánica a partir del trasplante mostraron el mejor resultado en todas las variables morfológicas y en todas las edades.

Palabras clave: *Capsicum chinense*, variables morfológicas, sustratos orgánicos.

V CONGRESO INTERNACIONAL DE AGRONOMÍA TROPICAL
27 AL 29 SEPTIEMBRE 2017

UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
SECRETARÍA DE LA UNIÓN ACADÉMICA DE LA UJAT

Universidad Veracruzana

FEMEXPALMA

SE

CCYT

FEDVITAB

Otorgan la presente

Constancia

A: Leonel Javier López, Rogelio Enrique Palacios-Torres, Ana Rosa Ramírez-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

Memoria del V Congreso Internacional de Agronomía Tropical

Septiembre de 2017

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-Ruiz 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.



Memoria del V Congreso Internacional de Agronomía Tropical

Septiembre de 2017

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 Ruiz

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 Papaloapan.

NUEVO REGISTRO DE *Stenomma catenifer* (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) EN LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

Leonel Javier-López, María del Carmen Antonio-Luis, Rogelio Enrique Palacios-Torres¹, Hipólito Hernández Hernández, Gabriela Díaz-Félix, José Antonio Yam-Tzec Ana Rosa Ramírez-Seadez y José Antonio Marina Clemente

Ingeniería Agrícola Tropical, Universidad del Papaloapan, Av. Ferrocarril S/N col. Ciudad Universitaria, Loma Bonita, Oaxaca, México.

Autor de correspondencia: rpulacios@unpa.edu.mx, rogelio@unpa.edu.mx.

RESUMEN. *Stenomma 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 mexicano con síntomas de presencia de barrenador. Se recolectaron frutos de los cuales se obtuvieron 6 larvas de la palomilla *S. catenifer*. Con este reporte se presenta información más precisa 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 de la especie, ya que aun 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 ningún riesgo para las zonas productoras importantes de este frutal.

Palabras clave: *Persea americana*, Plaga Reglamentada, Región Papaloapan.

New record of *Stenomma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) at the Papaloapan watershed

ABSTRACT. *Stenomma catenifer* cause important losses in the Avocado production (*Persea Americana* Mill), also it represents an impediment to the commercialization of the fruit. The purpose of this study was to report a new geographic distribution of the insect in Mexico. A field surveys took place in the community of Aserradero County of Acatlán Pérez Figueroa, Oaxaca in July of 2017 to observe Mexican variety avocado fruits with borer damages. Amongst the fruits collected, six larvae of *S. catenifer* moths were found. This report gives more precise information about this borer that can be used by the Phytosanitary Authorities of the Country with the purpose of creating updated maps of the geographic distribution of the species. It is important to mention that the presence of this borer in Northern Oaxaca does not represent a risk for avocado commercial areas in Oaxaca State.

Key words: *Persea americana*, Reglamented pest, Papaloapan watershed.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial México se ha posicionado como el principal productor de aguacate, con una producción anual de más de 29 millones de toneladas (SADER, 2018). De acuerdo con el Sistema de información Agrícola y Pesquera (SIAP, 2019a), en enero 2019 la producción de aguacate fue superior a la obtenida en enero del año pasado con un 11.8 % y se registró un 1.9 % más de superficie sembrada, mientras que la superficie cosechada se vio disminuida en un 1 %. Dentro de los 28 estados que producen aguacate, destacan Michoacán y Jalisco de acuerdo con el SIAP (2019b). En Oaxaca se cultivan 1,225 hectáreas, con una producción de 742 toneladas. La producción del estado se concentra en micro regiones las cuales son Sierra Norte, Sierra Sur, Costa, Mixteca, Istmo, Cañada y Valles Centrales (Hernández *et al.*, 2016).

Los barrenadores de semilla y de ramas son las principales plagas de este cultivo, debido a que su presencia limita su comercialización. Las larvas que se alimentan en el fruto causan daños importantes al alimentarse de la pulpa y la semilla (SENASICA, 2017). En México, la regulación

de esta plaga se sustenta en la NOM-066-FITO-2002, en donde se describen las especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate aplicándose todo esto en la campaña fitosanitaria plagas reglamentadas del aguacatero. (SENASICA-DGSV, 2016).

En el presente trabajo se amplía la distribución geográfica de la palomilla barrenadora *Stenoma catenifer* Walsingham, en el norte del estado de Oaxaca.

MATERIALES Y MÉTODO

Se realizó un recorrido en la comunidad de Aserradero, municipio de Acatlán de Pérez Figueroa, ubicado en la región del Papaloapan perteneciente al estado de Oaxaca. En donde fueron detectados árboles de aguacate mexicano con síntomas de daño ocasionados por la palomilla barrenadora de la semilla. Se recolectó y diseccionó frutos que presentaban daños, tales como: presencia de manchas blancas alrededor del orificio de penetración, montículos de excremento expulsados a través de los orificios de penetración y galerías en la semilla del fruto. La recolección de frutos con daños se realizó el día 9 de julio del 2017, se obtuvieron siete frutos con daño de los cuales se encontraron seis larvas en total. De las larvas colectadas dos fueron fijadas y colocadas en alcohol al 70 % y las restantes fueron colocadas en recipientes para esperar que puparan y de esta manera obtener adultos. La identificación para las larvas se utilizó la clave publicada por García (1975) y para la identificación de adultos se empleó el documento publicado por Palacios-Torres *et al.* (2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las larvas recolectadas se obtuvo tres adultos de *S. catenifer*. (Figs. 1C y 2B). Esta información nos ayudó a confirmar la presencia de este insecto plaga en la zona de estudio. Este reporte se suma a los registros anteriores de esta especie en el estado de Oaxaca.



Figura 1. A y B Daños en frutos de aguacate mexicano. C) larva de palomilla barrenadora, Aserradero, Acatlán de Pérez Figueroa, Oax. Fotos: Leonel Javier López.

Los tres municipios donde se ha reportado a este lepidóptero se ubican en Santa María Ecatepec y Santa María Quiegolani en la región del Istmo (Fig. 3), localizados a 1840 msnm y 2160 msnm respectivamente (CESVO, 2019). Y recientemente Palacios-Torres *et al.* (2016) reportaron a este barrenador en el municipio de San Juan Bautista, Valle Nacional, encontrado en dos localidades, San Rafael Agua Pescadito a 570 msnm y El Cafetal a 594 msnm. (Fig. 3) En el presente estudio se incluye al municipio de Acatlán de Pérez Figueroa, Oaxaca en la distribución de este insecto, específicamente en la comunidad de Aserradero a 120 msnm (Fig.3). Hasta el momento la región del Papaloapan cuenta ya con tres comunidades con presencia de este barrenador, al sumarse la

población de Aserradero. Afortunadamente nuestro reporte sobre la nueva distribución de *S. cutenifer* en la región antes citada, no representa un peligro en las zonas productoras de este frutal en el país. Sin embargo, esta información ayuda a la actualización de la distribución geográfica de este lepidóptero.



Figura 2. A) Pupa de pulomilla barrenadora, B) Adulto.



Figura 3. Municipios del estado de Oaxaca con presencia de la pulomilla barrenadora de la semilla del aguacate.

CONCLUSIONES

Con este estudio se adiciona al municipio de Acatlán de Pérez Figueroa con una altitud de 120 msnm, en la distribución de esta importante plaga del aguacate en el estado de Oaxaca.

Literatura Citada

- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Oaxaca (CESVO), 2019. Plagas Reglamentadas del aguacatero. Disponible en: <http://www.cesvo.org.mx/tratamiento-fitosanitario-aguacate/index.html>. (Fecha de consulta: 16-III-2019).
- García-Arellano, 1975. Clave para la identificación de las larvas barrenadoras del aguacate en México. *Revista Entomológica Mexicana* 31-32: 127-131.
- Hernández, G. O. A., Ruiz, M. A. y P. L. A. Merino. 2016. Competitividad y políticas públicas en el desarrollo local: el caso de los productores de aguacate de Ejutla, Oaxaca. Pp: 1-4. In: *21 Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México*, Mérida, Yucatán del 15 al 18 de noviembre de 2016. AMECIDER – ITM.

- Palacios-Torres, R. E., Ramírez-Del Ángel M., Uribe-González E., Granados-Escamilla D., Romero-Castañeda J. and J. Valdez-Carrasco. 2011. Avocado seed moth, *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) in Queretaro, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 27(2): 501–504. <http://dx.doi.org/10.3956/2016-92.2.100>
- Palacios-Torres, R. E., Castañeda, V. A., Sánchez-Pala, J. R., Franco, M. O. and L. Vargas-Rojas. 2016. Interaction of two avocado fruit insect borers in the same agroecological area in Mexico. *The Pan-Pacific Entomologist*, 92(2): 100–103. <https://doi.org/10.3956/2016-92.2.100>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). 2018. Declara SADER Zona Libre de plagas del aguacate a dos municipios de Nayarit. Comunicado, Núm. 028, Ciudad de México. Disponible en: <https://www.gob.mx/sader/prensa/declara-sader-zona-libre-de-plagas-del-aguacate-a-dos-municipios-de-nayarit?idiom=es>. (Fecha de consulta: 18-III-2019).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2019a. Boletín Mensual de Producción de Aguacate, enero. Disponible en: <http://www.gob.mx/siap/documentos/boletin-mensual-de-avances-de-la-produccion-de-aguacate-103935>. (Fecha de consulta: 18-III-2019).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2019b. Avance de siembra y cosecha. Resumen por estado. Perennes, riego y temporal. Disponible en: http://infosiap.gob.mx/8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do. (Fecha de consulta: 18-III-2019).
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2017. Plagas reglamentadas del aguacatero. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/plagas-reglamentadas-del-aguacatero-110847>. (Fecha de consulta: 15-III-2019).
- SENASICA-DGSV. 2016. Palomilla barrenadora del aguacate (*Stenoma catenifer* Walsingham). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria- Grupo Especialista Fitosanitario. Ficha Técnica. Tecámac, México 16 p.



TEMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA
DEPARTAMENTO DE PUBLICACIONES
REVISTA TEMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

MARTHA ELENA AGUILERA MORALES
UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN
PRESENTE

El Ensayo de investigación **“Rentabilidad económica de la producción del chile habanero con mezcla de sustratos y fertilización orgánica en invernadero”** que tiene como autores a José Antonio Marina Clemente, Víctor Manuel Gerónimo Antonio, Rogelio Enrique Palacios Torres, Cesar Julio Martínez Castro, Leonel Javier López y Usted, fue aprobado para su publicación en la Revista *TEMAS de Ciencia y Tecnología* en el volumen 24, número 72 correspondiente al cuatrimestre septiembre-diciembre 2020. La Dirección de la Revista tiene el agrado de enviarle las pruebas de galera.

La Dirección de la Revista les agradecería hacer una última revisión del ensayo y marcar las correcciones si las hubiera. Asimismo, se solicita incluir las firmas de los autores sobre cada una de las páginas del ensayo y enviarnoslo a la mayor brevedad posible. Enviar junto con su artículo la carta de sección de derechos.

La Revista Temas de Ciencia y Tecnología agradece su colaboración.

Atentamente
“Labor et Sapientia, Libertas”
06 de agosto de 2020



Revista “Temas”
de Ciencia y Tecnología

DR. ALBERTO ANTONIO GARCÍA
Director de la Revista TEMAS de Ciencia y Tecnología

C.c.p. Expediente

PRUEBAS DE GALERA Y CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Revista Temas de Ciencia y Tecnología. ISSN: 2007-0977
Universidad Tecnológica de la Mixteca
Km. 2.5 carretera Acarlama-Huajuapán de León, Oaxaca, México. CP. 69000
Tel: (01-950) 2 02 14 y 2 02 99, ext. 782. E-mail: temas@mixteco.utm.mx



TEMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA
DEPARTAMENTO DE PUBLICACIONES
REVISTA TEMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DR. ALBERTO ANTONIO GARCÍA
Director de la Revista TEMAS de Ciencia y Tecnología
Universidad Tecnológica de la Mixteca

Con respecto al Ensayo de investigación **“Rentabilidad económica de la producción del chile habanero con mezcla de sustratos y fertilización orgánica en invernadero”** aprobado para su publicación en la Revista TEMAS de Ciencia y Tecnología en el volumen 24, número 72, del cuatrimestre septiembre-diciembre de 2020, nos permitimos declarar lo siguiente:

El trabajo realizado es de nuestra **Autoría** y no ha sido publicado ni sometido simultáneamente a otras publicaciones.

Los autores hemos revisado la versión final y adjuntamos las pruebas de galera debidamente firmadas por todos los autores.

Por medio del presente **Autorizamos** a la Revista TEMAS de Ciencia y Tecnología la publicación del artículo, así como, las fotografías, diagramas, gráficas y otros.



José Antonio Marina Clemente



Rogelio Enrique Palacios Torres



Leonel Javier López

Atentamente:



Víctor Manuel Gerónimo Antonio



César Julio Martínez Castro



Martha Elera Aguilera Morales

Revista Temas de Ciencia y Tecnología. ISSN: 2007-0977
Universidad Tecnológica de la Mixteca
Km. 2.5 carretera Acarilma-Huajuapán de León, Oaxaca, México. CP. 69000
Tel: (01-850) 2 02 14 y 2 03 99, ext. 782. E-mail: temas@mixteco.utm.mx