

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.)
en sustratos y fertilización con algas marinas.

Por:

ANTONIO DE JESUS RUIZ MUÑOZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México

Mayo 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.)
en sustratos y fertilización con algas marinas.

Por:

ANTONIO DE JESUS RUIZ MUÑUA

TESIS

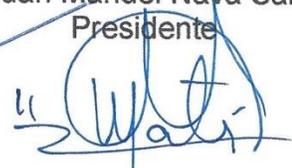
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por:


Ing. Juan Mandel Nava Santos
Presidente


M.C. Francisca Sánchez Bernal
Vocal


M.E. Víctor Martínez Cueto
Vocal


Dr. Alfredo Ogaz
Vocal Suplente


M.E. Javier López Hernández
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Mayo 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.)
en sustratos y fertilización con algas marinas.

Por:

ANTONIO DE JESUS RUIZ MUÑOA

TESIS

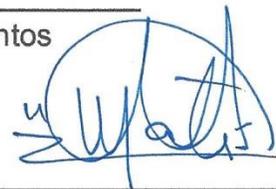
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Ing. Juan Manuel Nava Santos
Asesor Principal


M.C. Francisca Sánchez Bernal
Coasesor


M.E. Víctor Martínez Cueto
Coasesor


M.E. Javier López Hernández
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Mayo 2019



AGRADECIMIENTO

Agradezco la infinita bondad de Dios por haberme permitido culminar mi carrera profesional en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y siempre darme las fuerzas para seguir adelante.

A mi familia, papás, hermana y primos, en especial a mi **Mamá** por haberme apoyado incondicionalmente en todos estos años de carrera y nunca haber dudado de mí y siempre haber estado ahí.

A Stefania Ibarra, por siempre creer en mí y siempre apoyarme en todo y cuando más lo necesitaba, por todo el apoyo y cariño, gracias.

A mi “ALMA TERRA MATER” la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por permitirme ser parte de ella y formarme en todos estos años como un profesionalista.

Al Departamento de Horticultura por brindarme todo el conocimiento adquirido en las aulas y en campo.

A mis asesores por brindarme el tiempo y todo el apoyo para que esto fuera posible.

A mis amigos, Jordán, Felipe y Francisco por ayudarme y siempre apoyarme cuando lo necesitaba.

A la Familia Ibarra Lira, por todo el aprecio y cariño hacia mí, también por el apoyo que me brindaron durante la carrera, gracias infinitas.

A la familia Valdenegro Zuart, por todo el apoyo que me brindaron en este trayecto, los ánimos y felicitaciones por cada logro obtenido, estaré muy agradecido con todos.

DEDICATORIA

A mis padres, Abelardo Ruiz Vazquez y Natividad Muñua Nanduca, por haberme dado la oportunidad de poder seguir estudiando y siempre haberme apoyado en todo momento, por su confianza y sus consejos que siempre me ayudaron para salir de los momentos más duros en mi vida sin ustedes esto no sería posible, esto es por y para ustedes, estaré eternamente agradecido con ustedes papás.

A mi hermana, Dulce María, por todo el apoyo y los ánimos que siempre me dio en todos estos años de carrera, por siempre aconsejarme y darme los ánimos de seguir estudiando.

A mi abuela, Eulalia por darme sus consejos y siempre apoyarme y creer en mí y darme motivos para ser un profesionalista gracias por todo abuela.

A mi primo, José Alfredo, por siempre darme ánimos y apoyarme con sus consejos para seguir estudiando y apoyarme en los momentos difíciles.

RESUMEN

El deterioro ecológico causado por la producción agrícola, hace necesario implementar técnicas enfocadas al uso eficiente de los recursos naturales, encaminada hacia una agricultura sostenible. El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar porcentajes de vermicompost (30%, 40% y 50%) y fertilización con algas marinas; para el testigo se utilizó la Solución Nutritiva Steiner. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y 10 repeticiones cada uno.

Después de la evaluación estadística se obtuvieron los siguientes resultados. Para altura de planta se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos en la primer fecha de corte 22 ddt, siendo iguales estadísticamente los tratamientos 2,3 y 4 (30, 40 y 50 % de vermicompost) con 16.9, 16.53 16.1 cm y superiores al testigo que solo alcanzó 13.3 cm. Para número de frutos, se determinó diferencia significativa los 90 ddt, sobresalen el testigo Steiner y el T₂ (30% V) con 2.4 frutos. Mientras que a los 97 y 104 ddt, el T₄ (50% V) obtuvo el valor más alto con 3.6 y 2.1 frutos. En peso de fruto, se determinó diferencia significativa en el primer corte a los 90 ddt, sobresale el testigo Steiner con 27.8 g. Diámetro de fruto, se determinó diferencia significativa a los 90 ddt, sobresalen el testigo Steiner y el T₂ (30% V) con 27.9 y 29.5 mm, respectivamente. Mientras que los 97 ddt el testigo Steiner sobresalió de los demás tratamientos con 22.2 mm. Para longitud de fruto, a los 90 ddt se determinó diferencia significativa entre tratamientos, sobresale el testigo Steiner 70.3 mm.

Palabras clave: Chile jalapeño, Vermicompost, Algas marinas, Sustrato, Invernadero.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLA.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Generalidades del chile.....	4
2.2. Origen del chile.....	4
2.3. Importancia económica.....	4
2.4. Importancia nivel mundial.....	5
2.5. Clasificación taxonómica.....	6
2.6. Descripción botánica.....	6
2.6.1. Raíz.....	6
2.6.2. Tallo.....	7
2.6.3. Hoja.....	7
2.6.4. Flor.....	8
2.6.5. Fruto.....	8
2.6.6. Semilla.....	8
2.7. Requerimientos climáticos.....	9

2.7.1. Temperatura.....	9
2.7.2. Humedad relativa.....	9
2.7.3. Luminosidad.....	10
2.7.4. Características del sustrato.....	10
2.8. Principales plagas del cultivo de chile.....	11
2.8.1. Afidos/Pulgones.....	11
2.8.2. Araña roja.....	12
2.8.3. Picudo del chile.....	12
2.9. Principales enfermedades del cultivo de chile.....	13
2.9.1. Marchitez.....	13
2.9.2. Mancha foliar.....	14
2.9.3. Virus mosaico del pepino.....	15
2.10. Producción en invernadero.....	15
2.10.1. Producción en invernadero en México.....	16
2.10.2. Ventajas de la producción en invernaderos.....	17
2.10.3. Desventajas de la producción de invernaderos.....	17
2.11. Agricultura orgánica.....	18
2.11.1. Importancia de la agricultura orgánica.....	18
2.11.2. Agricultura orgánica en el mundo.....	19
2.11.3. Agricultura orgánica en México.....	20
2.11.4. Ventajas de la agricultura orgánica.....	21
2.12. Abonos orgánicos.....	22
2.12.1. Aporte nutricional de los abonos orgánicos.....	23
2.12.2. Beneficios de los abonos orgánicos.....	23
2.13. Vermicompost.....	24

2.13.1. Función de la vermicompost.....	24
2.13.2. Vermicompost en la agricultura.....	25
2.14. Algas marinas.....	26
2.14.1 Beneficios del uso de las algas marinas.....	26
2.15. Solución Steiner.....	27
2.15.1 Alcalinidad o acidez de la solución nutritiva.....	27
2.15.2. Conductividad eléctrica de la solución nutritiva.....	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. Localización geográfica del sitio experimental.....	28
3.2. Localización del experimento.....	28
3.3. Acondicionamiento del invernadero.....	29
3.4. Material vegetativo.....	29
3.5. Siembra en charola.....	29
3.6. Llenado de macetas.....	30
3.7. Descripción de los tratamientos.....	30
3.8. Trasplante.....	30
3.9. Riego.....	31
3.10. Fertilización.....	31
3.11. Polinización.....	31
3.12. Plagas.....	32
3.13. Enfermedades.....	32
3.14. Cosecha.....	32
3.15 Variables evaluadas.....	33
3.15.1 Altura de planta.....	33
3.15.2. Peso Del fruto.....	33

3.15.3. Diámetro de fruto.....	33
3.15.4. Longitud de fruto.....	34
3.15.5. Espesor de mesocarpio.....	34
3.15.6. Peso en fresco y biomasa.....	34
3.15.7. Análisis estadístico.....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1. Altura de planta.....	35
4.2. Numero de frutos.....	37
4.3. Peso promedio por fruto.....	39
4.4. Diámetro de fruto.....	41
4.5. Longitud del fruto.....	43
4.6. Espesor de mesocarpio.....	45
4.7. Biomasa.....	47
4.8. Rendimiento.....	48
V. CONCLUSIONES.....	49
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	50
VII. APÉNDICES.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Descripción de tratamientos utilizados durante la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con sustratos y fertilización con algas marinas.....30
- Tabla 2.** Descripción de los productos agroquímicos utilizados para el control de plagas que se presentaron durante la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con sustratos y fertilización con algas marinas.....32
- Tabla 3.** Descripción de los productos agroquímicos utilizados para el control de enfermedades que se presentaron durante la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con sustratos y fertilización con algas marinas.....32

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Altura de planta obtenida al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....35
- Figura 2.** Altura de planta y significancia obtenida al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....36
- Figura 3.** Número de frutos por planta en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....38
- Figura 4.** Peso promedio por fruto obtenido al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....40
- Figura 5.** Diámetro de fruto obtenido al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....42
- Figura 6.** Longitud de fruto obtenido al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....44
- Figura 7.** Espesor de mesocarpio obtenido al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....46
- Figura 8.** Peso seco de planta obtenido al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....47
- Figura 9.** Rendimiento obtenido al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....48

ÍNDICE DE APÉNDICES

- Cuadro 1.** Análisis de varianza para altura de planta (22 ddt) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....55
- Cuadro 2.** Análisis de varianza para altura de planta (29 ddt) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....55
- Cuadro 3.** Análisis de varianza para altura de planta (36 ddt) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....55
- Cuadro 4.** Análisis de varianza para altura de planta (43 ddt) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....56
- Cuadro 5.** Análisis de varianza para altura de planta (50 ddt) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....56
- Cuadro 6.** Análisis de varianza para altura de planta (57 ddt) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....56
- Cuadro 7.** Análisis de varianza para altura de planta (64 ddt) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....57
- Cuadro 8.** Análisis de varianza para número de fruto (corte 1) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....57
- Cuadro 9.** Análisis de varianza para número de fruto (corte 2) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....57

Cuadro 10. Análisis de varianza para número de fruto (corte 3) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....	58
Cuadro 11. Análisis de varianza para peso promedio de fruto (corte 1) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....	58
Cuadro 12. Análisis de varianza para peso promedio de fruto (corte 2) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....	58
Cuadro 13. Análisis de varianza para peso promedio de fruto (corte 3) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....	59
Cuadro 14. Análisis de varianza para diámetro medio (corte 1) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....	59
Cuadro 15. Análisis de varianza para diámetro medio (corte 2) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....	59
Cuadro 16. Análisis de varianza para diámetro medio (corte 3) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....	60
Cuadro 17. Análisis de varianza para longitud de fruto (corte 1) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....	60
Cuadro 18. Análisis de varianza para longitud de fruto (corte 2) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....	60
Cuadro 19. Análisis de varianza para longitud de fruto (corte 3) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....	61
Cuadro 20. Análisis de varianza para espesor de mesocarpio (corte 1) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....	61
Cuadro 21. Análisis de varianza para espesor de mesocarpio (corte 2) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....	61

- Cuadro 22.** Análisis de varianza para espesor de mesocarpio (corte 3) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....62
- Cuadro 23.** Análisis de varianza para rendimiento por Ha (corte 1) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....62
- Cuadro 24.** Análisis de varianza para rendimiento por Ha (corte 2) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....62
- Cuadro 25.** Análisis de varianza para rendimiento por Ha (corte 3) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.....63

I. INTRODUCCIÓN

En México, el deterioro ecológico causado por la agricultura tiene diversas causas, dentro de las cuales están: el manejo inadecuado de los recursos naturales, intenso uso de agroquímicos, prácticas agrícolas mal empleadas y fuerte dependencia de insumos externos. Esto hace necesario implementar técnicas de producción agrícola enfocadas al uso eficiente de los recursos que tiende hacia una agricultura sostenible. (Velasco *et al.*, 2001).

Por otro lado, las compostas son consideradas mejoradores del suelo ya que pueden proveer materia orgánica y nutrimentos, y modificar las propiedades físicas y químicas. (Acevedo y Pire, 2004; García *et al.*, 2013).

Se menciona que el uso como fertilizante orgánico a base de algas marinas también se aplica en la agricultura tal cual, en forma de harina, de extractos y de polvos solubles. Si los derivados son elaborados en la forma apropiada, los organismos vivos que contienen se conservan en estado viable y se propagan por un tiempo donde se aplican potenciando su acción, lo que hace posible la aplicación de dosis muy bajas (Canales., 1999).

Entre las especies con mayor riqueza y biodiversidad en México se encuentra el chile (*Capsicum annuum*) (Hermosillo–Cereceres *et al.*, 2008; Vazquez-Vazquez *et al.*, 2011). El género *Capsicum* de la familia Solanaceae tiene gran importancia económica nacional y mundialmente). El chile es una especie de gran importancia comercial y es cultivado para su consumo en fresco, seco y en productos procesados (Vazquez-Vazquez *et al.*, 2011).

La FAO (2014) menciona que la superficie mundial sembrada de Chile es de 1.9 millones de hectáreas, con una producción de 32.3 millones de toneladas. Después de China, México es el segundo productor a nivel mundial, seguidos por Turquía, Indonesia y España que representan un 26% del volumen mundial de la producción (FAO, 2014).

Se menciona que la agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de minimizar el uso de los recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos, para proteger el medio ambiente y la salud humana (Camacho *et al.*, 2015).

1.1. Objetivo

Determinar el porcentaje de vermicompost que incrementa la productividad de chile jalapeño.

1.2. Hipótesis

El mayor porcentaje de vermicompost supera en rendimiento y calidad al testigo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del chile

El chile (*Capsicum annum* L.) es una de las hortalizas más importantes por su popularidad en las diversas formas de consumo: en fresco, seco, en polvo e industrializado y por su adaptabilidad en diversos climas y tipos de suelo del país, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm (García, 2004; Trejo, 2006).

2.2. Origen del chile

El chile jalapeño es proveniente principalmente de América del Norte y Centro América, sin embargo se ha expandido por todo el mundo, por ejemplo: China, Japón, Corea, Estados Unidos, España entre otros. Algunas de las variedades más conocidas son: Mitla, Sayula, Grande, Dulce, Firenze, Tula, Jalapeño M., Rey, Perfecto, Ixtapa (López – Urquía, 2010).

2.3. Importancia económica

La producción de chile jalapeño está liderada principalmente por China (10,533,584 toneladas), seguida por México (1,733,900 toneladas) y Turquía (1,500,000 toneladas). Después de China, México es el segundo productor en el mundo con

una superficie de 148,758 ha, alcanzando una producción de 2,33 millones de toneladas y valor de la producción de 13,221 millones de pesos (Macías *et al.*, 2012)

2.4. Importancia nivel mundial

La superficie mundial sembrada de chiles asciende a 1.7 millones de hectáreas, con una producción de 25.1 millones de toneladas. Después de China, México es el segundo productor a escala mundial. De acuerdo a la producción obtenida en toneladas, les siguen Turquía, Estados Unidos, España e Indonesia, representando juntos el 25 % del volumen mundial de producción (Vázquez-Vázquez *et al.*, 2011).

2.5. Clasificación taxonómica

El chile pertenece a la familia Solanaceae, la cual incluye otras plantas de gran importancia económica para el hombre, como son: la papa, el tomate, el jitomate.etc (Pérez, 1998).

División.....Angiospermae

Clase.....Dycotyledonae

Subclase.....Metachlmydeae

Orden.....Tubiflorae

Familia.....Solanaceae

Genero.....*Capsicum*

Especie.....*annuum*

N.C.....*Capsicum annum* L.

2.6. Descripción botánica

Según sus propiedades biológicas, el chile es una planta perenne, pero se cultiva como si fuese anual.

2.6.1. Raíz

Esta planta difícilmente forma raíces adventicias; cuando esto sucede se forman solamente el hipocótilo. El sistema de raíces es muy ramificado y veloso. La raíz primaria es corta y bastante ramificada. Algunas raíces llegan a profundidades de 70 hasta 120 cm y, literalmente, se extienden hasta 120 cm de

diámetro alrededor de la planta. La mayor parte de las raíces está situada a una profundidad de 5-40 cm en el suelo. (Pérez, 1998).

2.6.2. Tallo

Es cilíndrico o prismático angular. Su parte inferior es leñosa y se ramifica de manera pseudodicotómica, después que empieza la ramificación, con frecuencia una de las ramas es más fuerte y crece en el sentido de la ramificación transitoria de menor importancia. El tallo crece hasta una altura de 30-120 cm, según las características de la variedad y las condiciones en que se siembra la planta (Pérez, 1998).

2.6.3. Hoja

La hoja es de forma oval, elíptica o lanceolada, de margen entero, glabra normalmente, aunque algunas veces más o menos cubierta de pelos. Es de color verde claro u oscuro y en ocasiones de color violáceo. De una planta a otra vamos a encontrar enormes variaciones en las dimensiones y la cantidad de hojas (Terron, 2002)

2.6.4. Flor

Las flores son hermafroditas, frecuentemente se forman con 6 sépalos, 6 pétalos y 6 estambres. El número de órganos florales oscila de 5 a 7. El ovario es supero, frecuentemente di o trilocular y el estigma usualmente se encuentra a nivel de las anteras, lo cual facilita la autopolinización (Ramírez, 2016).

2.6.5. Fruto

El fruto que es la parte aprovechable del chile, se compone del pericarpio, endocarpio y las semillas. El pericarpio comienza a crecer después de la polinización de los óvulos. Los frutos de las distintas variedades tienen forma y tamaño considerablemente variable. (Pérez, 1998).

2.6.6. Semilla

Las semillas de chile son mayores que las de jitomate, y tienen forma deprimida reniforme, son lisas, sin brillo y de color blanco amarillento. Las variedades de frutos pequeños usualmente tienen semillas más chicas en comparación con las variedades de frutos grandes. Generalmente el peso del fruto de las semillas, de las distintas variedades, no es igual y oscila entre los límites de 3.8 y 8 gr (Pérez, 1998).

2.7. Requerimientos climáticos

2.7.1. Temperatura

El chile necesita para su desarrollo óptimo una temperatura ambiente durante el día de 18 a 26°C y durante la noche de 15 a 18°C. A temperaturas menores de 10°C el chile puede presentar aborto de flores y a menos de 15°C comienza a detener su crecimiento. Las temperaturas de 32 a 35°C provocan que el pistilo se desarrolle más largo que los estambres y antes que hayan abierto las anteras, fenómeno que origina la polinización cruzada. Las temperaturas extremadamente altas pueden provocar caída de flores y frutos. En las regiones chileras, predomina una temperatura media anual de 26°C; estas condiciones resultan óptimas para el cultivo del chile durante todo el año (García y Nava, 2009).

2.7.2. Humedad relativa

Con humedad alta y vegetación exuberante el cultivo se expone a que la floración y la fecundación de flores se vea dificultada; también a fuertes ataques de botrytis, la humedad relativa óptima para el chile va desde un 50 a 70 % teniendo con estos valores un buen desarrollo en la planta y en la etapa reproductiva del cultivo (Azofeifa y Moreira, 2004).

2.7.3. Luminosidad

Muy exigente, principalmente en el inicio del desarrollo y en la floración. Con poca luz los tallos se alargan y quedan debilitados, para mantener una buena producción se necesita tener de buena disponibilidad de luz en el lugar de establecimiento (Cermeño, 2011).

2.7.4. Características del sustrato

En la actualidad, existe una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos, su elección depende de la especie vegetal a propagar, del tipo de propágulo, de la época de siembra, del sistema de propagación, del costo, de la disponibilidad y de las características propias del sustrato.

En el caso de chile jalapeño, uno de los sustratos más utilizados para la reproducción de plántulas, es el peat moss y en los últimos años ha habido un auge en la utilización de nuevas alternativas como fertilizantes que tengan menor impacto al suelo (orgánicos), en este último proceso se han utilizado estiércol de bovino, debido a que sus características físicas, químicas y biológicas permiten una excelente germinación y crecimiento, el cual se utiliza de forma solarizado para disminuir la cantidad de microorganismos patógenos, también la utilización de vermicompostas por su alto valor en nutrientes que ofrecen para las plantas. La elección de un sustrato es trascendental, ya que permite proporcionar las condiciones apropiadas de crecimiento en plantas de chile, bajo condiciones de invernadero y campo (Beltrán-Morales *et al.*, 2016).

2.8. Principales plagas del cultivo de chile

2.8.1. Afidos/Pulgones (*Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae*, y *Myzus persicae*)

También conocidos como piojos de planta, los áfidos pueden atacar a cualquier hortaliza. Se alimentan punzando las hojas y succionando la savia. Como resultado, las hojas se enrollan hacia abajo y se arrugan; prosigue el marchitamiento y la decoloración de la hoja. El daño es más frecuente en las hojas jóvenes del centro de la planta. Su acción ocasiona la reducción de la calidad y de la cantidad de fruta. Las plantas gravemente infestadas se vuelven de color café y mueren. Los áfidos tienden a extenderse rápidamente de un campo a otro transmitiendo una variedad de enfermedades virales entre las que se incluyen varios tipos de mosaico (Hortalizas, 2004).

Manejo: Existen varios enemigos naturales, depredadores o parasitoides, para el control de estos pulgones, y también se pueden controlar con prácticas culturales y aplicaciones de insecticidas. Se debe sembrar en suelo bien preparado y fértil para obtener un cultivo vigoroso con mayor capacidad de tolerar los ataques de áfidos, y evitar la siembra en campos pre-infestados o en suelos cercanos a campos infestados (Hortalizas, 2004).

2.8.2. Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Los ácaros de araña roja penetran la epidermis y extraen la savia del envés de las hojas. El follaje infestado adopta pronto un aspecto blancuzco o bronceado. Las hojas ligeramente infestadas muestran manchas o erupciones pálidas transparentes; cuando éstas son gravemente infestadas se tornan completamente pálidas y se secan. El envés de las hojas se ve recubierto de tejido sedoso sobre el cual los ácaros se arrastran. Las hojas infestadas pueden estar recubiertas de estas telarañas. Una revisión minuciosa revela a los ácaros adultos en las hojas, aunque son las larvas quienes inician los daños.

Manejo: Una forma de control es destruir las malezas alrededor del campo tras la cosecha o antes de la resiembra. No es aconsejable la destrucción de las malezas colindantes durante la temporada de cultivo, ya que esto obliga a los ácaros a emigrar al campo. Seleccionar variedades de semillas con resistencia a la araña roja (Hortalizas, 2004).

2.8.3. Picudo del chile (*Anthonomus eugenii*)

Tanto los adultos como las larvas pueden causar importantes daños al cultivo. Las hembras adultas inician la ovipostura en orificios que ellas mismas practican en capullos y en frutos inmaduros, y luego sellan las cavidades con un fluido marrón. Las larvas, que se alimentan en la cavidad de las semillas o en las paredes del fruto, son responsables de la mayor parte del daño. Las infestaciones pueden pasar desapercibidas hasta que los tallos de los chiles jóvenes se vuelven amarillentos y se marchitan, o tiene lugar la caída del fruto de forma prematura. Los

picudos adultos se alimentan de frutos y brotes de hojas. Los frutos más desarrollados permanecen en la planta, dando por resultado la contaminación del cultivo. Otra consecuencia importante de esta plaga es que los orificios creados en los frutos favorecen la penetración de hongos (Hortalizas, 2004).

Manejo: Puede realizarse el control cultural, mediante arado bajo la planta en el momento de la cosecha; destrucción de plantas y restos de frutos inmediatamente después de la cosecha, e inspección de transplantes y plantas silvestres colindantes. Otros métodos de control incluyen los tratamientos con insecticidas convencionales, o con piretrina para uso en cultivo orgánico. Como métodos de control biológico, la utilización de depredadores naturales y de reguladores del crecimiento de insectos (Hortalizas, 2004).

2.9. Principales enfermedades del cultivo de chile

2.9.1. Marchitez (*Phytophthora capsici* Leonian)

Se presenta como una marchitez leve de la planta y en tres, cuatro días, se marchita completamente. En el tallo, en el área del cuello, se observa un necrosamiento muy marcado, cuando se hace un corte a ese nivel, se detecta una coloración café oscuro. Las plantas enfermas presentan una banda parda oscura que ciñe el cuello, debido a esto, se marchitan y mueren. En las hojas y ramas, se presentan lesiones como tizones de color verde amarillento y después de color café.

En los frutos se observan manchas acuosas de color verde (Chew-Madinaveitia *et al.*, 2008).

Control: Eliminar residuos de cosecha, pues en ellos quedan las oosporas del hongo, al igual que en las semillas infectadas: en el suelo también se encuentra micelio y oosporas, los cuales en el siguiente ciclo germinan e infectan al cultivo. Las variedades tipo pasilla y guajillo son más tolerantes que los jalapeños y serranos. También se puede tratar a las plántulas antes del trasplante sumergiendo las raíces por 1-3 min en una mezcla de los fungicidas Captán y Ridomil a una dosis de 1 g de cada uno por litro de agua (Chew-Madinaveitia *et al.*, 2008).

2.9.2. Mancha foliar (*Alternaria* spp.)

Los primeros síntomas se presentan como pequeñas lesiones circulares de apariencia acuosa que posteriormente se tornan de color café oscuro, rodeadas de un halo verde o amarillento. En estas lesiones se observan anillos concéntricos oscuros, característicos de la enfermedad y en donde existe una gran producción de esporas que son dispersadas por el viento y la lluvia. La enfermedad puede causar una defoliación severa, iniciando en las hojas basales, por lo que los frutos quedan expuestos al sol, lo cual reduce la calidad y cantidad de fruto (Chew-Madinaveitia *et al.*, 2008).

Control: Se combate de una forma constante con aplicaciones de fungicidas semanalmente después de la floración. Se recomienda aplicar fungicidas diferentes (Clorotalonil, captan, cobre) para evitar la resistencia del patógeno.

2.9.3. Virus mosaico del pepino (CMV)

En la planta se presenta un achaparramiento severo. Follaje amarillento con apariencia correosa, las hojas son más angostas que las hojas sanas, los frutos presentan malformaciones. La enfermedad es más severa cuando los chiles son trasplantados más cerca de plantaciones de cucurbitáceas (Chew-Madinaveitia *et al.*, 2008).

Control: se recomienda hacer monitoreos constantes para descartar infecciones en plantas del cultivo y monitoreos en cuanto a vectores para una posible contaminación.

2.10. Producción en invernadero

La horticultura protegida es una alternativa productiva para los horticultores de Costa Rica. El uso de invernaderos u otros sistemas de protección de plantas ha sido ampliamente usado alrededor del mundo con gran suceso. El objetivo básico de la utilización de invernaderos es lograr una producción de hortalizas de buena calidad fuera de la época normal del cultivo (Gonzalez A., 2004)

2.10.1. Producción en invernadero en México.

En México, los invernaderos, aunque desde los 70 nacen en el altiplano, con flores (sobre todo en el estado de México y de Morelos), es a finales de los 90 cuando comienzan a desarrollarse en forma importante en la producción intensiva de hortalizas, pasando de 1998 al 2006 (tan solo ocho años) de 600 a más de 6.500 hectáreas. Sonora ocupa el tercer sitio con 707 hectáreas construidas y 180 por construir, siendo superado solo por Sinaloa, Baja California y Jalisco (López-Elías *et al.*, 2011).

En el año de 1980 se reportaron 300 hectáreas (ha) con este sistema de producción y en 2008 alrededor de 10 000 ha. Este sistema de producción ha presentado un elevado crecimiento en los últimos años (entre 20 y 25% anual), lo que ha generado contradicciones en el número de hectáreas (ha) actualmente establecidas (Juarez-Lopez *et al.*, 2011).

La cubierta predominante en la agricultura protegida en México, con 47% es la de plástico, 50% de malla sombra, vidrio 2% y 1% de otro tipo de material. El tomate ocupa el 70% del volumen producido en invernadero, el pepino 10%, el pimiento 5% y otros cultivos concentran un 15% (Padilla-Bernal, 2012).

2.10.2. Ventajas de la producción en invernaderos

Se pueden obtener producciones fuera de época, en circunstancias climáticas en las cuales el cultivo al aire libre no sería posible. Lo más frecuente es pretender precocidad de ciertas especies hortícolas (por ejemplo tomate), aunque también puede interesar la producción tardía (por lo común, hortalizas de hoja). Incrementar los niveles productivos, cosa que es posible como consecuencia directa de la intensidad de los cuidados y las mejores condiciones del medio físico. Mejorar la calidad comercial de las cosechas producidas, con una mayor seguridad de cosecha debida fundamentalmente a la protección que ejercen los invernaderos sobre ciertos fenómenos climáticos, como por ejemplo sequías, heladas, vientos, lluvias, etc (Iglesias, 2002).

2.10.3. Desventajas de la producción de invernaderos

- Los gastos de operación en un invernadero son mayores que en campo abierto, lo cual es lógico porque se tienen gastos mucho mayores por el hecho de brindarle al cultivo las condiciones idóneas para su desarrollo.
- Uno de los objetivos de los invernaderos es mantener a las plantas en las condiciones óptimas para su desarrollo, esto implica por ende que los patógenos estarán en las mismas ventajas, pero si no se implementan las medidas fitosanitarias adecuadas y estos se logran introducir lo más probable es que su desarrollo se vea acelerado y sus efectos sean inmediatos representando pérdidas en la producción.

- La comercialización de los cultivos obtenidos en invernaderos requiere tener un mercado seguro con canales de comercialización previamente verificados, pues de nada sirve obtener rendimientos elevados si al final los productos serán vendidos a precios bajos o al mismo costo de los productos de campo abierto (Bastida, 2006).

2.11. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica se identifica, generalmente, como una técnica que evita el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos; sin embargo, sus objetivos van más allá, puesto que con ella se pretende una gestión holística del sistema de producción agropecuario (Cussaianoviich, 2001).

2.11.1. Importancia de la agricultura orgánica

La agricultura orgánica puede contribuir al desarrollo sustentable también económico y ecológico. Hoy en día, muchos países de Latinoamérica han dado considerablemente y desarrollado estrategias de mercado para la comercialización de dichos productos y al mismo tiempo una fuerte demanda de productos orgánicos se ha elevado en países desarrollados (Garibay, 2003).

2.11.2. Agricultura orgánica en el mundo

La producción orgánica en el mundo continúa creciendo a un ritmo acelerado. De los 130 países alrededor del planeta que cultivan productos orgánicos en cantidades comerciales, al menos 90 (69%) son países en desarrollo. En la última década del siglo XX la producción mundial se ha incrementado en el orden del 25 al 30% anual y en los últimos cuatro años el mercado orgánico global se ha duplicado, con ventas al detalle esperadas de US\$20 a US\$25 millones al final del año.

En el 2011, la producción orgánica mundial utilizaba el 1% de las tierras agrícolas, con la participación de 162 países y más de 5000 productos o artículos orgánicos, con un crecimiento del mercado estimado en un 10,4% anual, que representó menos del 3% del mercado mundial de alimentos. México es el país con la mayor cantidad de productores orgánicos (169 570) reportados en el 2011, mientras que Argentina posee 3,8 millones de hectáreas (ha) certificadas (Camacho *et al.*, 2015).

En la actualidad se estima que existen alrededor de 16 millones de hectáreas manejadas orgánicamente en 139 países alrededor del mundo (Cuadros 1 y 2), de los cuales 34 (24%) son latinoamericanos. De éstos se considera que 13 de los países de la región se encuentran con un nivel relativamente avanzado en el desarrollo de su agricultura orgánica, mientras que en 21 está aún en un nivel incipiente de desarrollo (García, 2002).

La demanda mundial por este tipo de productos crece a una tasa promedio del 20% y se espera que el valor total de la producción en la primera década de este milenio alcance los US\$100 millones (PROCOMER, 2001).

2.11.3. Agricultura orgánica en México

A nivel mundial, México ocupa el 18º lugar por superficie orgánica y el primero en la producción de café orgánico. Al interior del país, este sector es el subsector agrícola más dinámico, pues ha aumentado su superficie de 23,000 ha en 1996 a 103,000 ha en el 2000, estimándose que alcanzó las 216 mil hectáreas para el año 2002. Esta agricultura es practicada por más de 53 mil productores y genera más de 280 millones de dólares en divisas. Los pequeños productores conforman el 98% del total de productores orgánicos, cultivan el 84% de la superficie y generan el 69% de las divisas orgánicas del país (Gomez-Tovar y Gomez-Cruz., 2004).

La superficie sembrada a nivel nacional es de 136 mil hectáreas en la que la mayor parte se encuentran en el norte entre Zacatecas y Chihuahua y en una producción menor se encuentra Durango y Coahuila, que incluye la Comarca Lagunera. En esta región, el cultivo de chile tiene gran importancia en la economía, especialmente el chile jalapeño, ya que es uno de los principales cultivos hortícolas que se siembra en la región después de la sandía, tomate y melón durante el ciclo primavera-verano (SIAP 2016).

En la producción orgánica, los pequeños productores orgánicos mexicanos están tomando ventaja de la creciente demanda de productos sanos, principalmente por parte de los países desarrollados (Gomez-Tovar y Gomez-Cruz., 2004).

En la comarca lagunera existen productores de chile con tendencia al uso de fuentes de materia orgánica (MO) como suministro de nutrimentos vegetales, principalmente por la gran cantidad de estiércol que en esta región se genera (Vazquez-Vazquez *et al.*, 2011).

2.11.4. Ventajas de la agricultura orgánica

1. Mejorar la diversidad biológica del sistema;
2. Aumentar la actividad biológica del suelo;
3. Mantener la fertilidad del suelo al largo plazo;
4. Reciclar desechos de origen animal o vegetal para devolver los nutrientes al sistema, minimizando el uso de fuentes no renovables;
5. Contar con recursos renovables en sistemas agrícolas localmente organizados;
6. Promover el uso saludable del agua, el suelo y el aire, así como minimizar todas las formas de contaminación que pueden resultar de la producción agrícola;

7. Manejar los productos agrícolas en su procesamiento con el cuidado de no perder la integridad orgánica en el proceso;

8. Establecerse en fincas después de un período de conversión, cuya duración estará determinada por factores específicos de cada sitio, tales como el historial del terreno y el tipo de cultivos y ganado producido (Soto, 2003).

2.12. Abonos orgánicos

La importancia fundamental del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos (Mosquera, 2010).

Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Además, el valor de la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos (López-Mtz y Díaz-Estrada., 2001).

2.12.1. Aporte nutricional de los abonos orgánicos

El abono orgánico tiene altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas. Dependiendo del nivel aplicado, originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad y en el pH, también aumentan el potasio disponible, y el calcio y el magnesio (Ramos-Agüero y Terry-Alfonso, 2014).

2.12.2. Beneficios de los abonos orgánicos.

La aplicación de materia orgánica humificada aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como son: las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fulvicos, y huminas).

Que al incorporarla ejercerá distintas reacciones en el suelo como son: A) mejora la estructura del suelo, facilitando la formación de agregados estables con lo que mejora la permeabilidad de éstos, aumenta la fuerza de cohesión a suelos arenosos y disminuye esta en suelos arcillosos, B) mejora la retención de humedad del suelo y la capacidad de retención de agua, C) estimula el desarrollo de plantas, D) mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, disminuyendo la erosión producida por el escurrimiento superficial, E) eleva la capacidad tampón de los suelos, F) su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes (Fe, Cu y Zn) para la planta, G) el humus aporta elementos minerales en bajas cantidades, y es una importante fuente de carbono para los microorganismos del suelo (Félix-Herran *et al.*, 2008).

2.13. Vermicompost

La vermicomposta es el producto de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica al pasar a través del tracto digestivo de las lombrices, al utilizar este biofertilizante, puede reducirse el uso de fertilizantes químicos (Velasco-Velasco *et al.*, 2001).

2.13.1. Función de la vermicompost

La vermicompost mejora la estructura del suelo (mejora la captación y almacenamiento de nutrientes y agua), acelera la regeneración de los suelos infértiles y lixiviados (por acción de cultivos permanentes, pesticidas, fertilizantes sintéticos), producción de plantas sanas y resistentes a las plagas, estimulación del crecimiento de las raíces, minimización y prevención de plagas de las plantas (hongos fitopatógenos, pulgones) y los patógenos del suelo (Internacionales, 2018).

También se intensifica la descomposición de la materia orgánica, los microorganismos se alimentan de compuestos parcial o totalmente degradados de los subproductos orgánicos, convirtiendo la materia orgánica en un humus aeróbico utilizable en horticultura (Nogales *et al.*, 2008).

2.13.2. Vermicompost en la agricultura

La vermicomposta es el producto de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica al pasar a través del tracto digestivo de las lombrices al utilizar este biofertilizante, puede reducirse el uso de fertilizantes químicos (López-Moctezuma *et al.*, 2005).

La vermicomposta, producida por la ingestión de compuestos orgánicos por lombrices. La vermicomposta o humus de lombriz se utiliza como mejorador de suelo en cultivos hortícolas y como sustrato no contaminante. La vermicomposta contiene sustancias activas que actúan como reguladoras de crecimiento, posee gran CIC, así como un alto contenido de ácidos húmicos, además de gran capacidad de retención de humedad, porosidad elevada que facilita la aireación y drenaje del suelo y de los medios de crecimiento.

Lo anterior, se fundamenta en la demanda creciente de alimentos inocuos y deterioro del ambiente, que obliga a utilizar técnicas de producción que permitan hacer uso más eficiente y sostenible de los recursos. Además, un fenómeno mundial es sin duda el crecimiento en el consumo de productos orgánicos (Rodríguez-Dimas *et al.*, 2007).

2.14. Algas marinas

Las algas marinas y/o sus derivados mejoran el suelo y vigorizan las plantas incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas. Su uso es ya común en muchos países del mundo y, a medida que esta práctica se extienda, irá

sustituyendo el uso de los insumos químicos por orgánicos, favoreciendo así la agricultura sustentable. Las enzimas tienen la facultad de provocar y activar reacciones catalíticas reversibles a la temperatura del organismo vivo (Canales-Lopez, 1999).

2.14.1 Beneficios del uso de las algas marinas

El efecto bioestimulante de los productos formulados a base de algas marinas es el de aumentar el crecimiento de las plantas, adelantar la germinación de las semillas, retrasar la senescencia, reducir la infestación por nematodos e incrementar la resistencia de enfermedades fúngicas y bacterianas, etc. Los extractos de algas marinas son ricos en citoquininas y auxinas, fitoreguladores involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos. Otros beneficios de la aplicación de los extractos de algas en los cultivos, son los de mejorar el crecimiento de las raíces, incrementar la cosecha de frutos y semillas, e incrementar el grado de maduración de los frutos (Medjdoub, 2006)

2.15. Solución Steiner

La SN consiste en agua con oxígeno y los nutrimentos esenciales en forma iónica. Algunos compuestos orgánicos como los quelatos de fierro forman parte de la SN. Para que la SN tenga disponibles los nutrimentos que contiene, debe ser una

solución verdadera, todos los iones se deben encontrar disueltos. La pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrimentos puede ocasionar su deficiencia en la planta. Además, de este problema se genera un desbalance en la relación mutua entre los iones (Lara-Herrera, 1999).

2.15.1 Alcalinidad o acidez de la solución nutritiva

El nivel de pH influye directamente sobre la absorción de los nutrientes por parte de la planta. Entre los valores de pH 5.5-7.0, se encuentra la mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas. Fuera de este rango las formas en que se pueden encontrar los nutrientes resultan inaccesibles para ser absorbidos por la planta, por lo que es fundamental mantener el rango de pH. En caso de encontrarnos con valores de pH superiores a 7.0 es posible corregir la solución nutritiva mediante la acidificación, usando ácidos nítrico, fosfórico y/o sus mezclas (Gilsanz, 2007).

2.15.2. Conductividad eléctrica de la solución nutritiva.

La conductividad eléctrica es un indicador indirecto de la concentración salina del agua y de la solución nutritiva; nos puede dar un indicio si el agua a utilizar es la adecuada y sobre la vida útil de la solución nutritiva en el sistema. Al comienzo el

agua de nuestra fuente deberá contar con el nivel más bajo posible de conductividad eléctrica; son adecuados valores de 0.7-1.2 mS/cm (Favela *et al.*, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización geográfica del sitio experimental

El trabajo se estableció en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-UL, Torreón, Coahuila, México, situado a 25° 33' 25.75" Latitud Norte, y 103° 22' 31.89" longitud Oeste, a una altura de 1120 msnm. Con una precipitación media anual de 235 mm y una temperatura media de 18.6 °C.

3.2. Localización del experimento

El estudio se realizó en un invernadero de estructura metálica, cubierto de plástico transparente y un piso de grava de río, con un sistema de enfriamiento de pared húmeda y dos extractores de aire caliente, el invernadero corresponde al departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL.

3.3. Acondicionamiento del invernadero

El acondicionamiento del invernadero se realizó con la finalidad de quitar toda planta de cultivos anteriores y malezas para que no fuera motivo de hospedar plagas que afectaran al cultivo que se estableció, se dio mantenimiento a la pared húmeda y a los extractores para que no existiera complicaciones con el estudio.

3.4. Material vegetativo

El material vegetativo que se utilizó fueron plantas de chile jalapeño, de la variedad Mitla.

3.5. Siembra en charola

La siembra se realizó en charolas de 200 cavidades, haciendo un lavado previo a la siembra para evitar que quedaran residuos de siembras anteriores, el sustrato que se utilizó para la siembra fue peat moss, sembrando una semilla por cada cavidad, terminada la siembra las charolas fueron puestas en un invernadero para tener un mejor cuidado.

3.6. Llenado de macetas

Las macetas que se utilizaron fueron macetas tipo vivero de 20 L de color negro, la arena que se utilizó previamente se pasó por una malla para hacerla lo más homogénea posible, el llenado se hizo respecto a cómo se habían planteado los tratamientos, se utilizó arena, perlita y vermicomposta.

3.7. Descripción de los tratamientos

Tabla 1. Descripción de tratamientos utilizados durante la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con sustratos y fertilización con algas marinas.

Tratamiento	Arena	perlita	Vermicompost	Fertilización	Riego
1	90%	10%	0%	Solución Nutritiva Steiner	Agua
2	60%	10%	30%	Algas marinas 0.25 gr	Agua
3	50%	10%	40%	Algas marinas 0.25 gr	Agua
4	40%	10%	50%	Algas marinas 0.25 gr	Agua

3.8. Trasplante.

El trasplante se realizó en las macetas previamente llenadas. Para el trasplante la plántula que se utilizó se seleccionó previamente, cuando presentaron dos pares de hojas verdaderas y buen vigor para que no hubiera problemas al trasplantarlas.

3.9. Riego

Los tratamientos se regaron 2 veces al día en una cantidad de 250 ml de agua por planta en la mañana y 250 ml en la tarde, esto se hizo también con el testigo utilizando solución Steiner, el riego se incrementó a 500 ml cuando la planta presentó el amarre de frutos igual de la misma manera por la mañana y por la tarde.

3.10. Fertilización

Las plantas se fertilizaron utilizando algas marinas en una dosis de 0.25 gramos por tratamiento. Primero se mezclaron en un recipiente de 15 l, para luego poner en cantidades iguales a los tratamientos, el mismo proceso se repitió para las dos veces en que se fertilizaron a las plantas, esta segunda vez se hizo al inicio de floración.

3.11. Polinización

Esta práctica se llevó a cabo durante la floración, se realizó de forma manual agitando levemente las plantas, esta actividad se realizó durante las 10 am de la mañana.

3.12. Plagas

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron plagas que se controlaron con aplicaciones de agroquímicos, como se describe a continuación.

Tabla 2. Descripción de los productos agroquímicos utilizados para el control de plagas que se presentaron durante la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con sustratos y fertilización con algas marinas.

N. de aplicaciones	Producto	Dosis	Plaga
3	Dimetoato	1ml/lit	Mosquita Blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)
1	Azufre Elemental	1gr/ lit	Acaro blanco (<i>Polyphagotarsonemus latus</i>)

3.13. Enfermedades

Durante el desarrollo de la planta se presentaron enfermedades, las cuales fueron, alternaria, damping off, las cuales se controlaron con aplicación de agroquímicos.

Tabla 3. . Descripción de los productos agroquímicos utilizados para el control de enfermedades que se presentaron durante la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con sustratos y fertilización con algas marinas.

N. de aplicaciones	Producto	Dosis	Enfermedad
2	Fosetil 27.68% + Propamocarb 47.32%	1ml/lit	Damping Off
3	Cobre 50%	1gr/lit	Alternaria

3.14. Cosecha

La cosecha se realizó cuando el fruto estaba en madurez de consumo, esto se hizo de forma manual utilizando bolsas de plástico para su recolección.

3.15 Variables evaluadas

3.15.1 Altura de planta

Esta variable se evaluó con la ayuda de un flexometro marca PRETUL de 3 metros, midiendo desde la base de la planta hasta la parte apical.

3.15.2. Peso del fruto

Esta variable se realizó pesando fruto por fruto con la ayuda de una báscula digital marca SHIMADZU modelo ELB600S.

3.15.3. Diámetro de fruto

Esta variable se midió en la parte media de cada fruto con la ayuda de un vernier digital marca TRUPER, después se hicieron las anotaciones.

3.15.4. Longitud de fruto

Esta variable se obtuvo midiendo desde la base del fruto hasta la parte superior con la ayuda de un vernier digital marca TRUPER.

3.15.5. Espesor de mesocarpio

Este dato se realizó partiendo a la mitad cada fruto para luego medir con un vernier digital el espesor de cada uno, esto con la ayuda de un vernier digital.

3.15.6. Peso en fresco y biomasa

Esta actividad se realizó pesando primeramente las plantas verdes, después se metieron en una estufa a una temperatura de 90° estas fueron retiradas y pesadas nuevamente después de tener tres pesos constantes iguales.

3.15.7. Análisis estadístico

Los datos obtenidos de cada variable se sometieron al procedimiento de análisis de varianza para determinar el efecto significativo de los tratamientos. Cuando hubo diferencia significativa se realizó la prueba de comparación de medias de tratamiento por el método de Tukey ($P=0.05$.)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta.

En relación a la altura de planta se encontró diferencia estadística significativa por efecto de los tratamientos en la primera fecha 22 ddt. Siendo iguales los tratamientos de 30, 40 y 50 % de vermicompost con 16.94, 16.53, 16.11 cm y superiores al tratamiento testigo que solo alcanzó 13.30 cm. En las fechas posteriores de evaluación no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo sobresale numéricamente el tratamiento con 50% de vermicompost, con 44.48 cm. Cabe mencionar que la máxima altura de planta se alcanzó a los 57 ddt en todos los tratamientos, como puede observarse en la figura 1.

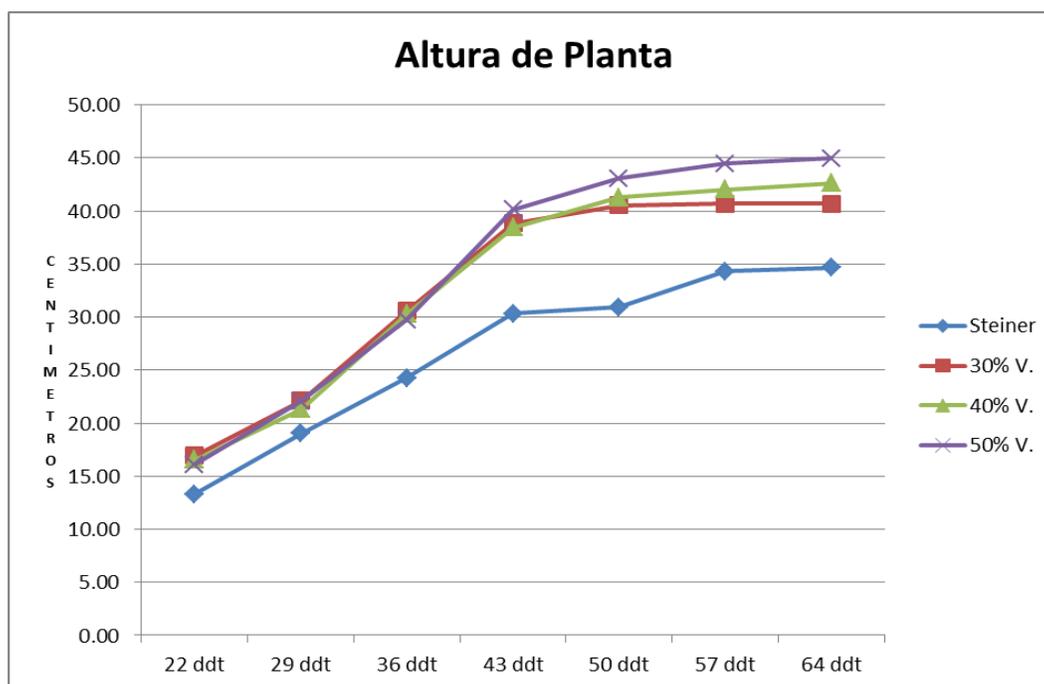


Figura 1. Altura de planta obtenida al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

Tratamientos	22 ddt	29 ddt	36 ddt	43 ddt	50 ddt	57 ddt	64 ddt
Steiner	13.3 b	19.02 a	24.24 a	30.31 a	30.94 a	34.3 a	34.68 a
30% V.	16.94 a	22.14 a	30.56 a	38.82 a	40.56 a	40.66 a	40.66 a
40% V.	16.53 a	21.34 a	30.28 a	38.46 a	41.28 a	42.04 a	42.62 a
50% V.	16.11 a	22.06 a	29.72 a	40.16 a	43.06 a	44.48 a	44.98 a

Figura 2. Altura de planta y significancia obtenida al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

Estos resultados son diferentes a los reportados por Molina (2018) al evaluar la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) cultivado con abonos orgánicos en la Comarca Lagunera, obtuvo una altura de planta de 75.9 cm con tratamiento de vermicompost a campo abierto, que es mayor a la altura máxima obtenida en el presente trabajo.

Por otra parte Ramírez (2012) al evaluar fertilización orgánica en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero, obtuvo una altura de planta de 28.14 cm para el tratamiento con vermicompost resultado diferente al obtenido en este trabajo con la fertilización orgánica con 45 cm de altura máxima.

4.2. Numero de frutos

Para la evaluación del número de frutos se consideraron tres fechas de corte, 90, 97 y 104 días después del trasplante (ddt). En las tres fechas se determinó diferencia significativa entre tratamientos para esta variable.

En la primer fecha a los 90 ddt sobresalen el testigo y el 30% V con 2.4 frutos, siendo estadísticamente iguales entre sí y diferentes a los tratamientos 40 y 50% V, que obtuvieron 1.3 y 0.9 frutos.

Para la segunda fecha a los 97 ddt, todos los tratamientos alcanzaron el máximo número de frutos, y de acuerdo al análisis estadísticos se determinó diferencia significativa entre tratamientos, sobresaliendo el 50% V con 3.6 frutos, mientras que el tratamiento 30% V obtuvo el menor número de frutos con 2.2.

Para la tercera fecha a los 104 ddt, sobresale el tratamiento 50% V con 2.1 frutos, mientras que los tratamientos 30 y 40% V. obtuvieron el mismo número de frutos con 1.16 frutos siendo los más bajos, el tratamiento testigo obtuvo 1.5 frutos, como puede observarse en la figura 3.

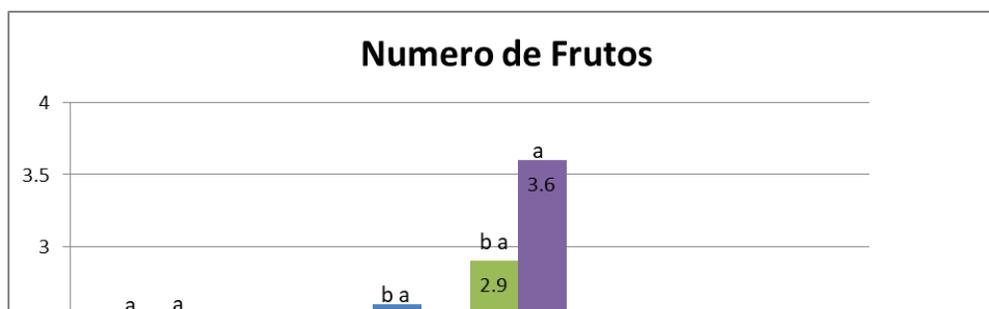


Figura 3. Número de frutos por planta en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

Estos resultados muestran números de frutos diferentes a los que presenta Pérez (2016) al evaluar la respuesta de chile habanero con fertilización orgánica en invernadero que obtuvo 10 frutos por planta con vermicompost, mientras que en el presente trabajo con vermicompost se obtuvieron un máximo de 3.6 frutos. Mientras que Ortiz (2012) obtuvo valores diferentes al evaluar la producción y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) orgánico y convencional en invernadero obteniendo 32.50 y 34.00 frutos por planta con vermicomposta al 25%.

4.3. Peso promedio por fruto

Para la evaluación de peso promedio por fruto, se evaluaron tres cortes 90, 97 y 104 ddt. En el primer corte a los 90 ddt se determinó diferencia significativa entre tratamientos, sobresale el testigo con 27.83 g, los tratamientos 30 y 40%V, fueron iguales estadísticamente con 24.04 g y 22.34 g, el menor peso lo obtuvo el tratamiento con 50% V con 14.65 g.

Para el segundo corte a los 97 ddt no se determinó diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo sobresale numéricamente el testigo con 19.22 g.

En el tercer corte a los 104 ddt, no se determinó diferencia significativa entre tratamientos, aun así el valor más alto lo obtuvo el tratamiento 40% V con 18.41 g, mientras que los tratamientos 30 y 50% V fueron semejantes con 14.81 g y 15.91g y el testigo presentó un peso por fruto de 17.9 g, como puede observarse en la figura 4.

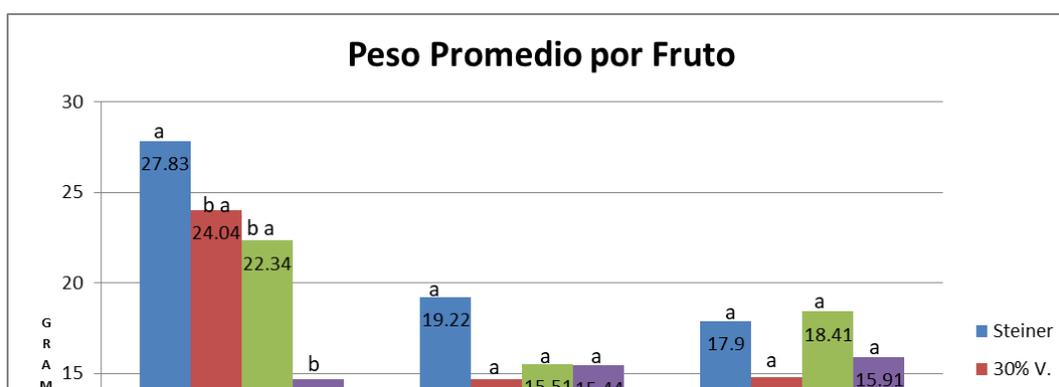


Figura 4. Peso promedio por fruto obtenido al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

Los resultados obtenidos por Ortiz (2012) al evaluar la producción y calidad de chile jalapeño orgánico y convencional en invernadero, señala que obtuvo una media de 47.12 g, valor diferente al obtenido en el presente trabajo donde se obtuvo una media de 22.21 g.

Jiménez (2018) al evaluar la productividad de chile puya con vermicompost en el sustrato en invernadero, señala que el tratamiento 50% V obtuvo el mayor peso de todos los tratamientos con 107.40 g, resultados diferentes a los obtenidos en el presente trabajo donde se obtuvieron pesos máximos de 24.04 g en el tratamiento con 30 % V siendo el segundo con mayor peso.

4.4. Diámetro de fruto

Para esta variable se presentó diferencia significativa entre los tratamientos, obteniendo en el primer 90 ddt corte el valor más alto con el tratamiento 30% V con 29.54 mm, siendo igual que el testigo, el tratamiento 50% V fue el más bajo con 15,99 mm. En el segundo corte presentó diferencia significativa entre tratamientos, el testigos sobresale con 22.20 mm.

El tercer corte 104 ddt no presentó diferencia significativa entre tratamientos siendo el tratamiento 40% V el que tuvo el valor más alto con 25.38 mm, los tratamientos 30 y 50% V. obtuvieron medidas de 21.87 mm y 24.20 mm y el testigo fue el más bajo con 20.19 mm, como puede verse en la figura 5.

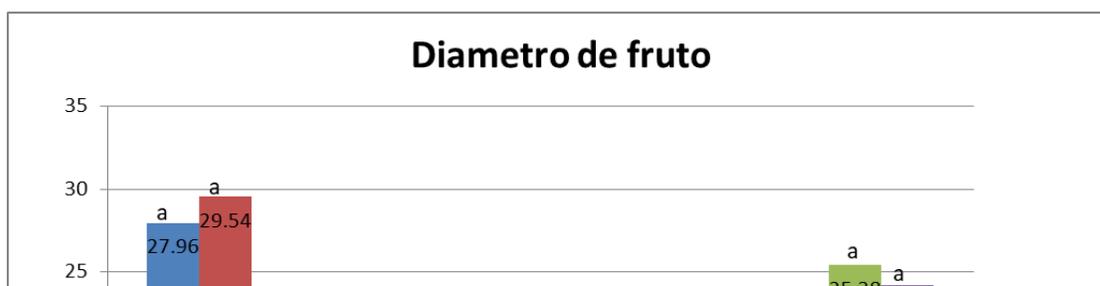


Figura 5. Diámetro de fruto obtenido al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

Ramírez (2012) menciona que al evaluar la fertilización orgánica de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo invernadero obtuvo valores de 2.6 cm con tratamiento de vermicompost. Molina (2018) en la producción de chile jalapeño cultivado con abonos orgánicos, señala que los resultados más bajos los obtuvo con la fertilización orgánica por vermicompost con rangos de 1.4 y 1.9, mientras que en el presente trabajo los números más altos para diámetro de fruto fueron de 2.9 cm y se obtuvieron con 30% vermicompost y el testigo.

4.5. Longitud del fruto

Para esta variable se presentó diferencia significativa entre los tratamientos, en el primer corte a los 90 ddt, el testigo obtuvo el valor más alto con 70.37 mm, los tratamientos 30 y 40% V fueron iguales entre sí con 62.94 mm y el valor más bajo lo obtuvo el tratamiento 50% V con 40.39 mm.

En el segundo corte no hubo diferencia entre tratamientos aun así el tratamiento con un valor ligeramente superior a los demás lo obtuvo el 30% V con 55.64 mm y el más bajo el testigo con 53.67 mm.

Para el tercer corte no hubo diferencia significativa entre tratamientos, el tratamiento 50% V fue el más alto de todos con 59.56 mm, y el testigo fue el más bajo de todos con 44.18 mm, como puede observarse en la figura 6.

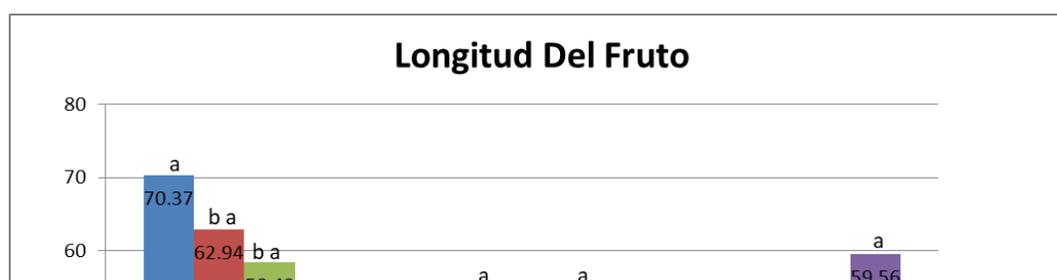


Figura 6. Longitud de fruto obtenido al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

Pérez (2018) menciona que en el crecimiento y producción de chile rayado bajo diferentes sustratos en invernadero, el tratamiento con vermicomposta presento la mayor longitud del fruto con 7.95 cm, resultados diferentes a los obtenidos en el presente trabajo donde la vermicompost obtuvo su valor máximo con 62.94 mm.

Ortiz (2012) al evaluar la producción y calidad de chile jalapeño orgánico y convencional en invernadero menciona que los tratamientos con vermicomposta obtuvieron los valores más altos con 8.59 cm, datos diferentes a los obtenidos en el presente trabajo donde se obtuvo un máxima de 62.94 mm.

4.6. Espesor de mesocarpio

Para esta variable no se determinó diferencia significativa entre tratamientos en ninguno de los cortes, como se describe a continuación

En el primer corte 90 ddt no se determinó diferencia significativa entre tratamientos, aun así el valor más alto lo tuvo el testigo con 3.99 mm y el más bajo fue el 50% V con 2.4 mm.

En el segundo corte 97 ddt todos los tratamientos fueron iguales estadísticamente sin embargo el testigo ligeramente fue mayor con 3.69 mm y el más bajo fue el 50% V con 3.3 mm.

Para el tercer corte los tratamientos no presentaron diferencia significativa aun así el más alto fue el tratamiento 50% V con 3.94 mm y el más bajo fue el testigo con 3.19 mm, los tratamientos 30 y 40% V, obtuvieron valores de 3.78 y 3.46 mm, como puede observarse en la figura 7.

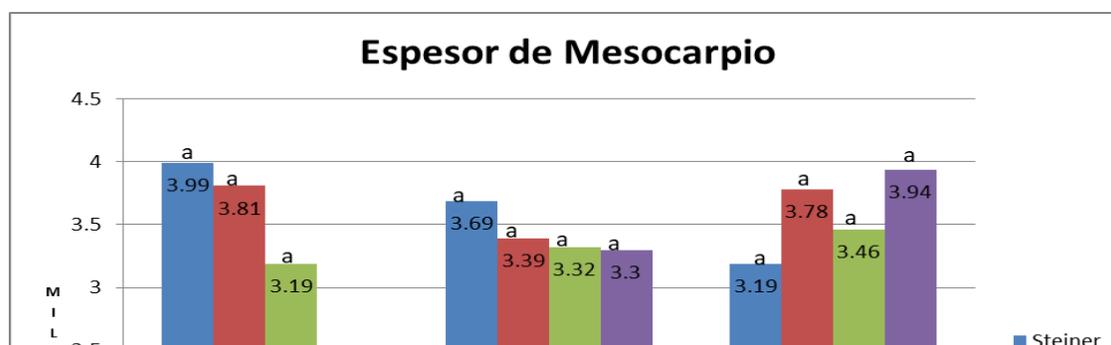


Figura 7. Espesor de mesocarpio obtenido al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

De acuerdo a los resultados reportados por Jiménez (2018) en la evaluación de chile puya con vermicomposta en sustratos bajo invernadero, el tratamiento 40% V obtuvo los valores más altos en espesor de mesocarpio con 3.04 mm, resultados semejantes a los obtenidos en el presente trabajo donde se obtuvieron valores de 3.94 mm con el tratamiento de 50% V.

4.7. Biomasa

Para la variable Biomasa no se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos, sobresaliendo numéricamente en peso de hoja, tallo y raíz el tratamiento 30% V con valores de 7.05 g, 6.95 g y 4.25 g., como puede observarse en la figura 8.

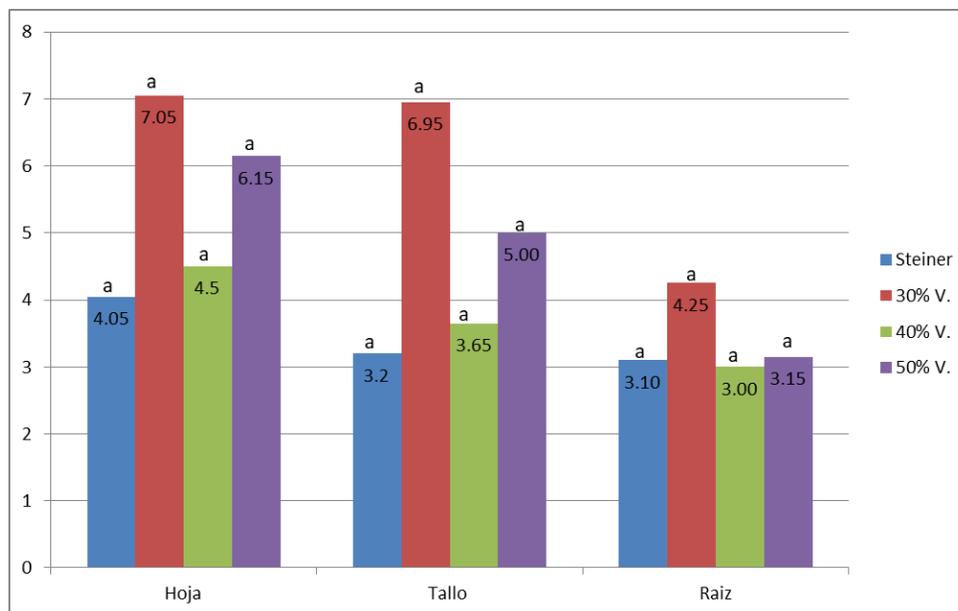


Figura 8. Peso seco de planta obtenido al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

Comparado con los resultados encontrados de González (2018) donde evalúa la producción de tomate tipo saladette con fertilización biológica, el tratamiento Steiner obtuvo valores altos en hojas con: 77 g, en tallo 39 g y en raíz 24 g y a diferencia de los obtenidos en el presente trabajo donde Steiner presentó los valores más bajos.

4.8. Rendimiento

Para esta variable de rendimiento no se determinó diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo el tratamiento con mayor valor numérico lo presentó el Testigo con $3,890.62 \text{ t/ha}^{-1}$, mientras que el tratamiento con menor valor fue 40% V con $2,908.75 \text{ t/ha}^{-1}$.

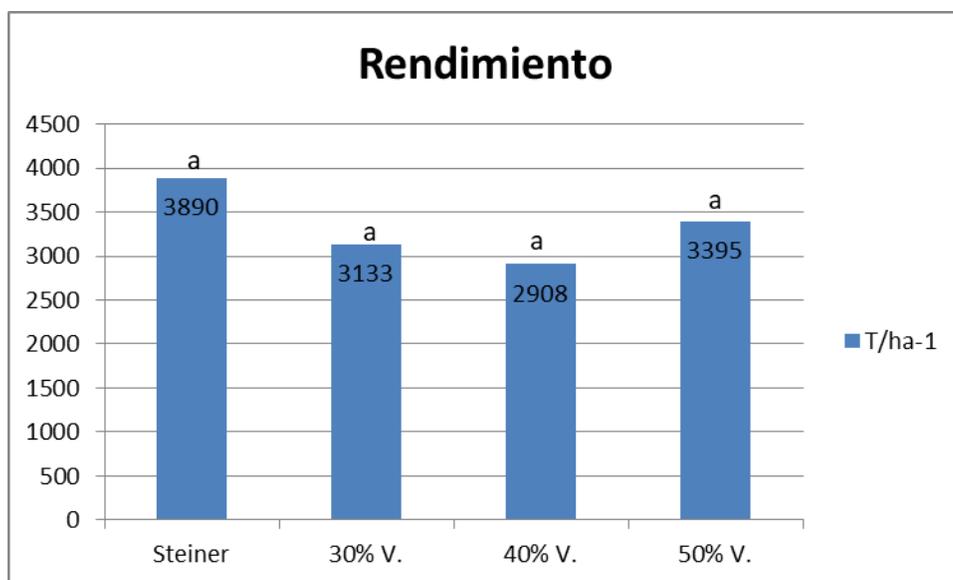


Figura 9. Rendimiento obtenido al evaluar la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

El rendimiento promedio general del presente trabajo fue de 3.33 t/ha^{-1} , resultado diferente al obtenido por Molina (2018), al evaluar la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) cultivado con abonos orgánicos y obtiene un rendimiento promedio de 56.7 t/ha^{-1} .

V. CONCLUSIONES

En relación a la altura de planta se encontró diferencia estadísticamente significativa por efecto de los tratamientos en la primera fecha (22 ddt). Siendo iguales estadísticamente los tratamientos 2,3 y 4 (30, 40 y 50 % de vermicompost respectivamente) con 16.9, 16.53 16.1 cm y superiores al testigo que solo alcanzó 13.3 cm de altura de planta.

Para número de frutos, se determinó diferencia significativa entre tratamientos a los 90 ddt, sobresalen el testigo Steiner y el T₂ (30% V) con 2.4 frutos. Mientras que a los 97 y 104 ddt, T₄ (50% V) obtuvo el valor más alto con 3.6 y 2.1 frutos, respectivamente.

Peso de fruto, se determinó diferencia significativa en el primer corte a los 90 ddt, sobresale el testigo Steiner con 27.8 g y es similar estadísticamente al T₄ (50% V) con 14.6 g.

Diámetro de fruto, se determinó diferencia significativa a los 90 ddt, sobresalen el testigo Steiner y el T₂ (30% V) con 27.9 y 29.5 mm, respectivamente. A los 97 ddt el testigo Steiner sobresalió de los demás tratamientos con 22.2 mm.

Longitud de fruto, a los 90 ddt se determinó diferencia significativa entre tratamientos, sobresale en esta variable, el testigo Steiner 70.3 mm.

Para las variables, espesor de mesocarpio y rendimiento, no se determinó diferencia significativa entre tratamientos en los cortes evaluados.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Azofeifa, Á., y M.A. Moreira., 2004. Análisis de crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. cv. Hot), en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 28(1).
- Bastida, A. 2006. Manejo y operación de invernaderos agrícolas. UACH. Dpto. de Preparatoria Agrícola. México, 237.
- Beltrán M., F.A., J.L. García H., F.H. Ruiz E., F. H., R.D. Valdez., P. Preciado R., M. Fortis H., y A González Z. 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.
- Camacho M., Arauz K., Barboza N., Martínez H.A., y Arias, J. 2015. Caracterización de productores de hortalizas orgánicas distribuidas en la gran área metropolitana (GAM), Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 39(2), 131-142.
- Canales L., B. 1999. Enzimas-algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. *Terra Latinoamericana*, 17(3).
- Cermeño Z., S. 2011. Prontuario del cultivo de pimiento. Z. Serrano.
- Chew M., Y.I., A. Vega P., M. Palomo R., y F. Jiménez, D. 2008. Principales enfermedades del chile (*Capsicum annuum* L.). *INIFAP-Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental, La Laguna. México, DF Folleto Técnico*, (153), 2.
- Cussaianoviich, P. 2001. Una aproximación a la agricultura orgánica. *Agricultura Orgánica*, 1, 23-26.
- FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) ProdSTAT Crops. 2014. FAO. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize> (Consulta: 15 de noviembre de 2017).
- Favela CH., E., P. Preciado R., y Benavides, A. 2006. Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila.
- Félix J., A.H., R.S. TorresR. R. S., Martínez, G. E. R., Ruiz, R. M., y Portugal, V. O. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 4(1), 57-68.
- García J., Á. S. Romero, M. V., Peña, P. S., Terraza, S. P., y S. H. Verdugo, 2013. Fertilización con vermicomposta en maíz criollo y su tasa de descomposición

en el suelo/Fertilization of criollo corn with vermicompost and its rate of decomposition in the soil/Fertilização com vermicomposto em milho crioulas e sua taxa de decomposição no solo. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 4(1), 41.

García J., E. 2002. Situación actual y perspectivas de la agricultura orgánica en y para Latinoamérica. *Latinoamerica*, 38(13), 21-34.

Garibay S., V. 2003. La investigación en la agricultura orgánica y su importancia.

Gilsanz, J., C., 2007. Hidroponia (No. CIDAB-SB321-G5h). Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Uruguay).

Gómez T, L., y G. Cruz M., 2004. La agricultura orgánica en México: Un ejemplo de incorporación y resistencia a la globalización. *Manuscrito no publicado, Oaxaca, México*.

Gonzalez A. Maria Ines. 2004. Producción de hortalizas en invernadero. Serie Cartillas Divulgativas Proyecto CADEPA. Chillán, Chile. Cartilla N°9. 24 p.

Gonzalez R., C.A. 2018. Producción de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con fertilización biológica en bioespacio. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 51 p.

Hortalizas, P. 2004. Plagas y enfermedades de chiles y pimientos. *Guía de Identificación y Manejo*. Jalisco, México.

Iglesias, N. 2002. Producción de hortalizas bajo cubierta: Estructura y manejo de cultivo para la Patagonia Norte (No. F01 INTA 17308). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires (Argentina). Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle, Río Negro (Argentina). 2002

Internacionales, N. Vermicompost 2018. Un abono para mejorar la fertilidad de suelo. Información para productores.

Jiménez G., A.D.J. 2018. Evaluación de la productividad de chile puya (*Capsicum annuum* L.) con vermicompost en el sustrato en invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 58 p.

Juárez L., P., R. Bugarin M., R. Castro B., A.L. Sánchez M., E. Cruz C., C.R. Juárez R., y R. Balois M., 2011. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida.

- Lara H., A., 1999. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra Latinoamericana*, 17(3).
- López E., J., J. Rodríguez, C., M.A. Huez, L., S. Garza, O., J. Jiménez, L., y E. Leyva, I. 2011. Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. *Idesia (Arica)*, 29(2), 21-27.
- López M., H., R. Ferrera, C., J. Farias L., S. Aguilar E., M. Bello., y J.G. López A., 2005. Micorriza arbuscular, Bacillus y sustrato enriquecido con vermicomposta en el desarrollo de plantas de papayo. *Terra Latinoamericana*, 23(4), 523-531.
- López M., J.D., A. Díaz E., E. Martínez R., y R.D. Valdez Cepeda., 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra latinoamericana*, 19(4).
- López U., H.O. 2010. Desarrollo y evaluación de un chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) en salmuera y su diseño de planta (Bachelor's thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012).
- Macías D., R., R. L. Grijalva C., y F. Robles C., 2012. Respuesta de la aplicación de estiércol y fertilizantes sobre el rendimiento y calidad del chile jalapeño. *Biotechnia*, 14(3), 32-38.
- Medjdoub., R. 2006. Las algas marinas y la agricultura. *Terralia* 58. Zaragoza, España.
- Molina R., A. 2018. Producción de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) cultivado con abonos orgánicos en la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 56 p.
- Mosquera B., 2010. Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos Redacción y recolección de material Byron Mosquera (FONAG). Guardaparque Comunitario de la Reserva Ecológica los Ilinizas.
- Nava P., R. J., Y J.A. García. S. 2009. El chile jalapeño: Su cultivo de temporal en Quintana Roo.
- Nogales R., J. Domínguez., y Mato, S. 2008. Vermicompostaje. *Compostaje. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, Spain*, 187-2008.

- Ortiz R., P.A. 2012. Producción y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) orgánico y convencional, bajo condiciones de invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 96 p.
- Padilla B., L.E., E. Reyes R., y O. Pérez V., 2012. Evaluación de un cluster bajo agricultura protegida en México. *Contaduría y administración*, 57(3), 219-237.
- Pérez G., J. 2018. Crecimiento y producción de chile rayado (*C. annuum* var *annuum* L.) bajo diferentes sustratos en invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 62 p.
- Pérez G., M. 1998. Mejoramiento genético de hortalizas, p 29-38.
- Perez L., S. 2016. Respuesta de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) a la fertilización orgánica en invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 51 p.
- PROCOMER (Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica) 2001. Productos orgánicos: una alternativa. *Enlace Mundial* 4(5): 6-8, 10-11.
- Ramírez C., A.D., N.E. Herrera M., y S.A Santos D. 2016. Huertos familiares en ejido la Torreña (Gómez Palacio, Durango). *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 3(5).
- Ramirez C., E. 2012. Fertilización orgánica de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 68 p.
- Ramos A., D., y E. Terry A., 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*, 35(4), 52-59.
- Roblero, O., Adieser, P., y Cano Rios, D. P. (2012). Producción y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) orgánico y convencional, bajo condiciones de invernadero.
- Rodríguez D., N., P. Cano R., E. Favela CH., U. Figueroa V., V. Paul Á., A. Palomo A. y A. Moreno R., 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 13(2).

- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2016 Estadísticas de Producción de Cultivos. SAGARPA, México, DF. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do (Consulta: 15 de Noviembre de 2017).
- Soto G. 2003. Agricultura Orgánica. Una Herramienta para el Desarrollo Rural Sostenible y la Reducción de la Pobreza. Memoria Taller.
- Terrón U., P. 2002. *Fitotecnia: ingeniería de la producción vegetal*. Mundi-Prensa.
- Trejo I., G. 2006. Tipos de chile (*Capsicum annuum* L.) y densidades de población bajo invernadero RL 2005.
- Vázquez V., C., J.L. García H., E. Salazar S., J.D. López M., R.D. Valdez C., I. Orona C., y P. Preciado R., 2011. Aplicación de estiércol solarizado al suelo y la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). Revista Chapingo. Serie Horticultura, 17(SPE. 1), 69-74.
- Velasco V., J., R. Ferrera C., y J. J. Almaraz S., 2001. Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense* en tomate de cáscara. Terra latinoamericana, 19(3).

VII. APÉNDICES

Cuadro 1. Análisis de varianza para altura de planta (22 ddt) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F	
					0.05	0.01	
Fertilización	3	81.53	27.17	6.24	2.881	4.412	**
Error	36	156.89	4.35				
Total	39	238.42					
$R^2=0.34$		C.V.(%)=13.28		Media=15.72 cm			

Cuadro 2. Análisis de varianza para altura de planta (29 ddt) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F	
					0.05	0.01	
Fertilización	3	63.80	21.26	1.30	2.881	4.412	NS
Error	36	587.64	16.32				
Total	39	651.45					
$R^2=0.09$		C.V.(%)=19.11		Media=21.14 cm			

Cuadro 3. Análisis de varianza para altura de planta (36 ddt) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla		P>F
					0.05	0.01	
Fertilización	3	268.88	89.62	2.12	2.881	4.412	NS
Error	36	1518.88	42.19				
Total	39	1787.76					
$R^2=0.15$		C.V.(%)=22.63		Media=28.70			

Cuadro 4. Análisis de varianza para altura de planta (43 ddt) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla		P>F
					0.05	0.01	
Fertilización	3	601.70	200.56	2.74	2.881	4.412	NS
Error	36	2631.51	73.09				
Total	39	3233.21					
$R^2=0.18$		C.V.(%)=23.14		Media=36.93 cm			

Cuadro 5. Análisis de varianza para altura de planta (50 ddt) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla		P>F
					0.05	0.01	
Fertilización	3	890.72	296.90	2.71	2.881	4.412	NS
Error	36	3948.08	109.66				
Total	39	4838.81					
$R^2=0.18$		C.V.(%)=26.87		Media=38.96 cm			

Cuadro 6. Análisis de varianza para altura de planta (57 ddt) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F	
					0.05	0.01	
Fertilización	3	566.10	188.70	1.89	2.881	4.412	NS
Error	36	3585.38	99.59				
Total	39	4151.48					
$R^2=0.13$		C.V.(%)=24.72		Media=40.37 cm			

Cuadro 7. Análisis de varianza para altura de planta (64 ddt) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F	
					0.05	0.01	
Fertilización	3	582.41	194.13	1.90	2.881	4.412	NS
Error	36	3668.81	101.91				
Total	39	4251.23					
$R^2=0.13$		C.V.(%)=24.78		Media=40.73 cm			

Cuadro 8. Análisis de varianza para número de fruto (corte 1) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F	
					0.05	0.01	
Fertilización	3	17.70	5.90	8.23	2.881	4.412	**
Error	36	25.80	0.71				
Total	39	43.50					
$R^2=0.40$		C.V.(%)=48.37		Media=1.75			

Cuadro 9. Análisis de varianza para número de fruto (corte 2) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F	
					0.05	0.01	
Fertilización	3	10.47	3.49	3.20	2.881	4.412	*
Error	36	39.30	1.09				
Total	39	49.77					
R ² =0.21		R ² =36.98		C.V.(%)=2.82			

Cuadro 10. Análisis de varianza para número de fruto (corte 3) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F	
					0.05	0.01	
Fertilización	3	4.76	1.58	2.87	2.881	4.412	NS
Error	36	11.06	0.55				
Total	39	15.83					
R ² =0.30		C.V.(%)=46.98		Media=1.58			

Cuadro 11. Análisis de varianza para peso promedio de fruto (corte 1) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F	
					0.05	0.01	
Fertilización	3	921.55	307.18	2.70	2.881	4.412	NS
Error	36	4100.39	113.89				
Total	39	5021.95					
R ² =0.18		C.V.(%)=48.03		Media=22.21			

Cuadro 12. Análisis de varianza para peso promedio de fruto (corte 2) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F	
					0.05	0.01	
Fertilización	3	125.61	41.87	2.32	2.881	4.412	NS
Error	36	650.24	18.06				
Total	39	775.85					
R ² = 0.16		C.V.(%)= 26.21		Media= 16.21			

Cuadro 13. Análisis de varianza para peso promedio de fruto (corte 3) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F	
					0.05	0.01	
Fertilización	3	46.26	15.42	0.86	2.881	4.412	NS
Error	36	359.94	17.99				
Total	39	406.21					
R ² =0.11		C.V.(%)= 25.81		Media= 16.43			

Cuadro 14. Análisis de varianza para diámetro medio (corte 1) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F	
					0.05	0.01	
Fertilización	3	1131.56	377.18	4.27	2.881	4.412	*
Error	36	3177.70	88.26				
Total	39	4309.27					
R ² =0.26		C.V.(%)= 39.19		Media= 23.97			

Cuadro 15. Análisis de varianza para diámetro medio (corte 2) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla		P>F
					0.05	0.01	
Fertilización	3	3.43	1.14	0.18	2.881	4.412	NS
Error	36	227.26	6.31				
Total	39	230.69					
R ² = 0.01		C.V.(%)= 11.51		Media= 21.82			

Cuadro 16. Análisis de varianza para diámetro medio (corte 3) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla		P>F
					0.05	0.01	
Fertilización	3	63.82	21.27	1.01	2.881	4.412	NS
Error	36	422.14	21.10				
Total	39	485.97					
R ² = 0.13		C.V.(%)= 19.48		Media= 23.58			

Cuadro 17. Análisis de varianza para longitud de fruto (corte 1) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla		P>F
					0.05	0.01	
Fertilización	3	4876.70	1625.56	2.71	2.881	4.412	NS
Error	36	21567.93	599.10				
Total	39	26444.64					
R ² = 0.18		C.V.(%)= 42.47		Media= 58.03			

Cuadro 18. Análisis de varianza para longitud de fruto (corte 2) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F	
					0.05	0.01	
Fertilización	3	30.55	10.18	0.09	2.881	4.412	NS
Error	36	4012.13	111.44				
Total	39	4042.69					
R ² = 0.007		C.V.(%)= 19.30		Media= 54.69			

Cuadro 19. Análisis de varianza para longitud de fruto (corte 3) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F	
					0.05	0.01	
Fertilización	3	903.88	301.29	2.28	2.881	4.412	NS
Error	36	2637.46	131.87				
Total	39	3541.35					
R ² = 0.25		C.V.(%)= 21.76		Media= 52.77			

Cuadro 20. Análisis de varianza para espesor de mesocarpio (corte 1) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F	
					0.05	0.01	
Fertilización	3	15.52	5.17	2.32	2.881	4.412	NS
Error	36	80.38	2.23				
Total	39	95.91					
R ² = 0.16		C.V.(%)= 44.60		Media= 3.35			

Cuadro 21. Análisis de varianza para espesor de mesocarpio (corte 2) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F
					0.05	0.01
Fertilización	3	0.96	0.32	1.58	2.881	4.412
Error	36	7.35	0.20			NS
Total	39	8.32				
R ² = 0.11		C.V.(%)= 13.18		Media= 3.42		

Cuadro 22. Análisis de varianza para espesor de mesocarpio (corte 3) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F
					0.05	0.01
Fertilización	3	1.47	0.49	1.55	2.881	4.412
Error	36	6.33	0.31			NS
Total	39	7.80				
R ² =0.18		C.V.(%)= 15.12		Media= 3.71		

Cuadro 23. Análisis de varianza para rendimiento por Ha (corte 1) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.	F. Tabla	P>F
				Calculada	0.05	
					0.0	
					1	
Fertilización	3	13757884.36	4585961.45	5.30	2.881	**
					4.412	

Error	36	31173777.26	865938.26
Total	39	44931661.62	
$R^2=0.30$		C.V.(%)= 64.28	
Media= 1447.65			

Cuadro 24. Análisis de varianza para rendimiento por Ha (corte 2) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.	F. Tabla	P>F
				Calculada	0.05	
					0.0	
					1	
Fertilización	3	2762500.42	920833.47	2.85	2.881	*
					4.412	
Error	36	11639830.55	323328.63			
Total	39	14402330.97				
$R^2=0.19$		C.V.(%)= 40.63		Media= 1339.45		

Cuadro 25. Análisis de varianza para rendimiento por Ha (corte 3) en la evaluación de la productividad y calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en sustratos y fertilización con algas marinas.

F.V	G.L	S.C	C.M	F. Calculada	F. Tabla	P>F
					0.05	
					0.0	
					1	
Fertilización	3	1009201.54	336400.51	1.71	2.881	4.412 NS
Error	36	3934802.92	196740.14			
Total	39	4944004.46				
$R^2= 0.20$		C.V.(%)= 54.86		Media= 808.46		