

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

POR:

JUSTINO JEREMÍAS PÉREZ HERNÁNDEZ

TESIS:

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (*Capsicum
annuum L.*) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

POR
JUSTINO JEREMÍAS PÉREZ HERNÁNDEZ
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR

PRESIDENTE:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

VOCAL:



M.C FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

VOCAL:



M.C JOSE SIMÓN CARRILLO AMAYA

VOCAL SUPLENTE:



M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (*Capsicum
annuum L.*) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

POR
JUSTINO JEREMÍAS PÉREZ HERNÁNDEZ
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:


ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

ASESOR:


M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

ASESOR:


M.C. JOSE SIMÓN CARRILLO AMAYA

ASESOR:


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2016

AGRADECIMIENTOS

Antes que a nadie agradezco a Dios por haberme permitido dar un paso en mi vida profesional.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, por ser una Universidad de alta calidad, pero sobre todo por albergarme en estos cuatro años, donde gracias a Dios pude lograr uno más de mis objetivos.

Con todo respeto que se merece el **Ing. Juan Manuel Nava Santos**, por la gran paciencia que tuvo conmigo para la realización de este trabajo, además por poder adquirir de sus conocimientos que sin duda serán de gran valía en mi desarrollo profesional.

A la M.C Francisca Sánchez Bernal Gracias por su completa disposición y el apoyo en la revisión del presente trabajo.

Al M.E Víctor Martínez Cueto por apoyarme en la realización de este trabajo

Al Dr. Ogaz Alfredo le agradezco el tiempo dedicado para apoyarme.

Al M.C. José Simón Carrillo Amaya, por brindarme todo el apoyo en cuanto a la revisión de este proyecto.

Al Dr. Salvador Godoy Ávila, por formar parte de la revisión de esta tesis, y por su tiempo dedicado para apoyarme.

A todos mis profesores de mi alma terra mater, que me vieron crecer durante mi vida profesional

DEDICATORIAS

A mis padres Julio Pérez Velázquez y Ofelia Hernández Velázquez ya que han sido, mi motor para cumplir mis objetivos, aunque se le dedico con todo mi amor, a mi madre ya que ella nunca me ha abandonado en las buenas y en las malas sin lugar a duda ella ha sido mi cerebro principal, ya que sin ella no soy nada, gracias madre mía.

A mis hermanos Gracias por todo su apoyo, durante mi vida profesional. Entima Magnolia Pérez Hernández, María luz Pérez Hernández, Evelio Nicasio Pérez Hernández, Jesús Nicodemo Pérez Hernández, Brijilio Pérez Hernández y Floricelda Pérez Hernández.

A mis cuñados (as) José Luis Vázquez Pérez, Edgar Dionel Pérez Morales, Alva luz Pérez Morales.

A mi esposa y e hija Blanca luz Vázquez Sánchez, y Aneth Pamela Pérez Vázquez, gracias por haberme brindado su apoyo durante mi vida profesional.

A mis abuelos Silvano Hernández Velázquez y María Velázquez Roblero, por sus grandes consejos que sin lugar a duda hoy cumplo uno de mis principales objetivos.

A mi suegra Odilia Sánchez Morales, le agradezco por toda la confianza que me ha brindado, por ser una mujer de valentía, y que gracias a ella hoy cumplo mis mejores metas.

A mi tía Irma López Pérez, gracias por ser mi segunda madre y por apoyarme siempre y quererme como un hijo, que en momento de tristeza y dolor siempre me extendió su mano y a mis primas Maricela López Pérez y Floricelda López Pérez, quienes me han brindado cariño y amor durante mi vida profesional.

INDICE

AGRADECIMIENTO _____ i

DEDICATORIAS	i
INDICE	ii
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE CUADROS	viii
APENDICE	ix
RESUMEN	xi
I INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	3
Hipótesis	3
II REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Origen del chile jalapeño	4
2.2. Importancia del Cultivo de Chile	4
2.2.1. Importancia a Nivel Mundial	5
2.2.2. Importancia a Nivel Nacional	6
2.2.3. Importancia a Nivel Regional	6
2.3. Clasificación Taxonómica	7
2.4. Descripción botánica	8
2.4.1. Raíz	8
2.4.2. Ramas	8
2.4.3. Hojas	9
2.4.4. Flores	9
2.4.5. Frutos	9
2.4.6. Semilla	10
2.5. Etapas de Crecimiento de la Planta de Chile	10
2.5.1. Etapa de desarrollo de la plántula hasta la Primera bifurcación	10
2.5.2. Etapa de rápido desarrollo de brotes y formación de flores	11
2.5.3. Etapa de lento crecimiento y desarrollo de frutos	11
2.6. Requerimientos nutricionales del cultivo de chile jalapeño	11
2.7. Exigencias climáticas para el cultivo del chile	12
2.7.1. Temperatura	12

2.7.2. Humedad relativa	13
2.7.3. Luz	13
2.7.4. Contenido del CO₂ en el aire	13
2.8. Agricultura orgánica	13
2.8.1. Importancia de la agricultura orgánica	14
2.8.2. La Agricultura Orgánica en el Mundo	15
2.8.3. Agricultura Orgánica en México	15
2.9. Abonos orgánicos	16
2.9.1. Té de compost	18
2.9.2. Importancia del té de compost	19
2.9.3. Beneficios del uso de té de compost	20
2.9.4. Elaboración del té de compost	21
2.9.5. Control de la calidad de los té de compostas o biopreparados	22
2.9.6. Aplicación del té de compost	22
2.9.7. Aplicación foliar	22
2.9.8. Aplicaciones al suelo	23
2.9.9. Té de Vermicompost	23
2.9.10. Usos de los té de vermicompost	24
2.9.11. Beneficios del té de vermicompost	24
2.9.12. Lixiviado de vermicompost	26
2.10. Solución nutritiva	27
2.10.1. El pH de la solución nutritiva	27
2.10.2. Presión osmótica	28
2.10.3. Relación mutua entre aniones	29
2.10.4. Relaciones mutuas entre aniones y cationes	29
2.11. Sustrato	30
2.11.1. Generalidades del sustrato	31
2.11.2. Perlita	31
2.12. Producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero	31
2.12.1. Generalidades de los invernaderos	34

2.12.2. Uso de los invernaderos _____	34
2.12.3. Ventajas y desventajas en el uso de invernadero _____	35
2.13. Antecedentes de la investigación _____	36
2.13.1. Antecedentes de la investigación del chile jalapeño _____	37
2.13.2. Antecedentes de los abonos orgánicos _____	38
III MATERIALES Y MÉTODOS _____	38
3.1. Localización geográfica _____	38
3.2. Localización de experimento _____	39
3.3. Clima _____	39
3.4. Material genético _____	40
3.5. Fertilización orgánica e inorgánica _____	40
3.5.1. Té de compost _____	40
3.5.2. Té de vermicompost _____	41
3.5.3. Lixiviado de vermicompost _____	42
3.5.4 Preparación de la solución nutritiva de Steiner _____	42
3.6. Germinación en charolas _____	43
3.7. Trasplante _____	44
3.8. Diseño experimental _____	44
3.9. Riego _____	44
3.10. Deshojado _____	44
3.11. Tutorado _____	45
3.12. Control de plagas y enfermedades _____	45
3.12.1. Plagas _____	45
3.12.2. Enfermedades _____	46
3.13. Cosecha _____	47
3.14. Variables Evaluadas _____	47
3.14.1. Altura de la Planta _____	47
3.14.2. Rendimiento _____	47
3.14.3. Diámetro ecuatorial _____	48
3.14.4. Longitud de fruto _____	48

3.14.5. Grosor de la pulpa _____	48
3.14.6. Peso fresco de planta _____	48
3.14.7. Peso seco de planta _____	48
3.15. Análisis de resultados _____	48
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____	49
4.1. Altura de planta _____	49
4.2. Rendimiento _____	50
4.3. Diámetro ecuatorial de fruto _____	52
4.4. Longitud de fruto _____	53
4.5. Grosor de pulpa _____	55
4.7. Peso fresco y seco _____	56
4.7.1. Peso fresco de raíz _____	56
4.7.2. Peso fresco de tallo _____	57
4.7.3. Peso fresco de hoja _____	58
4.7.4. Peso seco de raíz _____	59
4.7.5. Peso seco de tallo _____	61
4.7.6. Peso seco de hoja _____	62
V CONCLUSIONES _____	63
VI BIBLIOGRAFÍA _____	64
VII APÉNDICE _____	73

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Altura de planta (cm) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.	50
---	----

Figura 2	Rendimiento (g) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum L.</i>) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.	52
Figura 3	Diámetro ecuatorial de fruto (cm) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum L.</i>) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.	53
Figura 4	Longitud de fruto (cm) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum L.</i>) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.	55
Figura 5	Grosor de pulpa (cm) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum L.</i>) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.	56
Figura 6	Peso fresco de raíz (g) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum L.</i>) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.	57
Figura 7	Peso fresco de tallo (g) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum L.</i>) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.	58
Figura 8	Peso fresco de hoja (g) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum L.</i>) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.	59
Figura 9	Peso seco de raíz (g) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum L.</i>) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.	61
Figura 10	Peso seco de tallo (g) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum L.</i>) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.	62
Figura 11	Peso seco de hoja (g) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile	63

jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1	Estados y Productos Orgánicos en México.	16
Cuadro 3.1	Fertilizantes utilizados en la preparación de la solución nutritiva Steiner.	43
Cuadro 3.2	Producto utilizado para el control de plagas.	46

Cuadro 3.3.	Productos usados para el control de enfermedades.	47
--------------------	--	-----------

APENDICE

Cuadro A1	Análisis de varianza para la variable altura de la planta en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	74
Cuadro A2	Análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto por planta en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el	74

periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

Cuadro A3	Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial de fruto en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	75
Cuadro A4	Análisis de varianza para la variable longitud de fruto en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	75
Cuadro A5	Análisis de varianza para la variable grosor de pulpa en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	76
Cuadro A6	Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	76
Cuadro A7	Análisis de varianza para la variable peso fresco de tallo en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	77
Cuadro A8	Análisis de varianza para la variable peso fresco de hoja en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	77
Cuadro A9	Análisis de varianza para la variable peso seco de raíz en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-	78

septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

Cuadro A10	Análisis de varianza para la variable peso seco de tallo en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	78
Cuadro A11	Análisis de varianza para la variable peso seco de hoja en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL	79

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar las soluciones nutritivas orgánicas en la calidad y el rendimiento de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) bajo condiciones de invernadero. En la Comarca Lagunera se produce un exceso de estiércol; con él se pueden elaborar: té de compost, té de vermicompost y lixiviado de vermicompost para ser utilizados como abonos orgánicos o en la elaboración de soluciones

nutritivas orgánicas. En presente trabajo se evaluaron tres soluciones nutritivas orgánicas (té de compost, té de vermicompost, lixiviado de vermicompost) y la solución nutritiva Steiner, como testigo. Las variables evaluadas fueron: Altura de la planta, rendimiento, diámetro ecuatorial de fruto, longitud de fruto, grosor de pulpa, peso fresco y seco de raíz, tallo y hoja. Los resultados indican que el tratamiento con la solución nutritiva té de compost fue la que obtuvo los mejores valores en la mayoría de las variables, con excepción del diámetro ecuatorial de fruto, peso seco y fresco de la planta donde la solución nutritiva Steiner fue la que obtuvo el mayor valor para estas variables. Por otra parte el té de vermicompost y lixiviado de vermicompost obtuvieron los menores valores en todas las variables. El té de compost puede considerarse como una alternativa de fertilización para la producción orgánica bajo condiciones de invernadero ya que reduce los costos de producción al disminuir la aplicación de fertilizantes químicos.

Palabras clave: Té de compost, lixiviado, Steiner, orgánico, solución nutritiva.

I INTRODUCCIÓN

Los chiles pertenecen al género *Capsicum*, que se consumen de manera tradicional en México entre las que destacan a las especies *C. annum*, *C. chinense* y *C. pubescens* los cuales se han integrado a la dieta de las comunidades mesoamericanas desde hace aproximadamente 8,000 años y su domesticación permitió que el cultivo se extendiera a todo el territorio nacional. Consecuentemente, se generó una amplia variación biológica a nivel intraespecífica e interespecífica, las cuales constituyen los recursos genéticos del chile, patrimonio de la nación (Morán, 2008).

México ocupó el tercer lugar de la producción mundial de chile verde en el año 2013, lo que representa el 7.37 %, de un total de 31 millones de toneladas. China es el primer productor con el 50.82 % del total. En lo que respecta, el chile seco en México se producen un total de 60, 000 toneladas, siendo la India el principal productor con más de un millón de toneladas de un total de 3, 458, 634 toneladas de producción mundial (FAOSTAT, 2014). La amplia aceptación que tiene esta especie se debe a las características de picor, sabor, aroma, etc., indispensable en la elaboración de la comida mexicana y de otros países.

Actualmente en diversas partes del mundo se realizan proyectos de investigación y desarrollo en búsqueda de modelos agrícolas que permitan; por un lado cumplir con el objetivo de proporcionar a los habitantes del planeta alimento

y por otro lado mejorar y conservar los recursos naturales. Dentro de los modelos con mayor potencial se encuentran la labranza de conservación y la agricultura orgánica. La primera encaminada principalmente al mejoramiento de las condiciones físico-químico-biológicas del suelo, el ahorro y eficiencia del agua; y el segundo encaminado a suprimir el uso de sustancias potencialmente tóxicas, con el objetivo, de producir alimentos seguros e inocuos (García *et al.*, 2006).

En los sistemas de producción intensiva la fertilización se realiza por medio de una solución nutritiva que se elabora con fertilizantes de alta solubilidad, generalmente importados, lo que incrementa significativamente los costos de producción (Muñoz, 2004). Estos problemas han impulsado la búsqueda de alternativas de fertilizaciones sustentables que, además de suplir los requerimientos nutrimentales de los cultivos, no afecten significativamente el rendimiento y la calidad de los frutos (Nieto *et al.*, 2002).

El té de compost es un extracto líquido del compost que contiene microorganismos benéficos, nutrientes solubles y compuestos favorables para las especies vegetales (Dixon y Walsh, 1998; Granatstein, 1999). Los efectos benéficos del té de compost han sido demostrados, pero la mayoría de las respuestas han sido a prueba y error (Ingham, 2005). Estas soluciones pueden ser aplicadas en sistemas de riego presurizado, lo cual la hace utilizables en sistemas de producción a gran escala, además de que se promueve el reciclaje de residuos orgánicos (Rippy *et al.*, 2004)

1.1 Objetivo

Evaluar el efecto de las soluciones nutritivas orgánicas en el rendimiento y calidad de chile jalapeño.

1.2 Hipótesis

Las soluciones nutritivas orgánicas mejoran el rendimiento y calidad de chile jalapeño producido en invernadero.

II REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen del chile jalapeño

En México, el chile al igual que el maíz y el frijol es uno de los productos de mayor consumo en la alimentación. La República Mexicana es considerada el centro de origen del chile, aunque se cultivan varias especies de este género, la especie *annuum*, es la de mayor importancia (Ruiz, 2007).

El chile jalapeño ha representado una mayor importancia socioeconómica por su amplio consumo, alta rentabilidad y gran demanda de mano de obra en la historia y cultura de México (Pedraza y Gómez 2008).

2.2. Importancia del cultivo de chile

La producción de chile a nivel mundial se localiza principalmente en China, México, Turquía, España, Estados Unidos, Nigeria e Indonesia. En los últimos 10 años, esa producción, se ha incrementado gradualmente a una tasa de crecimiento anual promedio de 6.26%. Podríamos asegurar que México es el país con mayor producción mundial, al ser el que mayor variedad genética posee de la familia *Capsicum*, sin embargo ocupa el segundo lugar después de China y es por los bajos rendimientos que registra, que son alrededor de 10 ton / ha⁻¹.

México es la región del mundo en donde se produce no solo el mayor

volumen de chile en fresco, sino que además, el mayor número de variedades, ya que algunas se adaptan mejor a ciertas condiciones ambientales, así como de la cultura productiva y de consumo (Salgado, 2003).

2.2.1. Importancia a nivel mundial

La superficie cultivada asciende a 1.5 millones de hectáreas con producción total de 22.7 millones de toneladas y rendimiento promedio de 14.4 toneladas por hectárea. En la producción se destacan cinco países principales. China participa con el 48.6%, seguido de México con 8.1%, Turquía con 6.6%, España con 4.4% y Estados Unidos con 3.8%; estos cinco países concentran el 71.5% de la producción mundial (Ruiz, 2007).

España ocupa el primer lugar por su volumen exportado con más de 250 mil toneladas, seguido por México con 229 mil toneladas, Holanda con 220 mil toneladas, y USA, con 62 mil toneladas. Mientras que España y Holanda dirigen sus exportaciones hacia la Unión Europea, México exporta hacia USA y Canadá. Por su parte USA, dirige sus exportaciones a países latinoamericanos, Europa y Asia (Salgado, 2003).

2.2.2. Importancia a nivel nacional

El chile jalapeño se cultiva todo el año en el país; siendo los principales estados productores a nivel nacional Chihuahua, Sinaloa, Michoacán, Veracruz, Chiapas, y Colima, ya que los mejores precios se obtienen durante el mes de junio y durante los meses de octubre y noviembre; mientras que los precios más bajos se obtienen en abril coincidiendo con las cosechas de Sinaloa, Michoacán, y Veracruz; y durante los meses de agosto y septiembre, cuando ocurre la mayor cosecha en el estado productor más importante en Chihuahua. En USA, el principal productor es California, constituyéndose en el principal competidor del producto mexicano durante el periodo comprendido entre los meses de abril y octubre. En cuanto a precio, el producto Californiano alcanza un precio superior al Mexicano hasta en un 26% (Salgado, 2003).

2.2.3. Importancia a nivel regional

En la Región Lagunera de Coahuila y Durango, se tienen cuantificadas actualmente 600 ha bajo el concepto de agricultura protegida, principalmente para producción de tomate para exportación. De estas superficies, 430 ha se explotan con casa sombra o bioespacios y 170 ha con invernaderos; de estas últimas 15 ha se usan para la producción de plántula de tomate y chile para trasplante, las cuales se surten principalmente al sector privado y en menor medida al sector social, el cual a tenido problema con enfermedades fungosas y virosas a nivel de semilla de origen y a nivel de cultivo de campo, como *Fusarium*, *Phytophthora*, mosaico del

tabaco y mosaico del pepino (Salinas *et al.*, 2009). 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. La superficie producida en los últimos años fluctúa alrededor de las 1,074 ha, con un rendimiento promedio de 15.6 Mg·ha⁻¹ (SIAP, 2010). En esta región 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 –49 mil toneladas de estiércol seco mensuales (Salazar *et al.*, 2007)–, que en esta región se genera derivado de la producción lechera de cerca de 500 mil cabezas de bovino lechero (Salazar–Sosa *et al.*, 2007).

2.3. Clasificación Taxonómica

El género *Capsicum* de la familia Solanaceae comprende de 20 a 30 especies en los trópicos y sub trópicos del nuevo mundo. México es el primer centro de origen de *Capsicum annum* L. la estadística indica que en 1980 se cosecharon alrededor de 940 000 hectáreas de chile verde en el mundo de las cuales solo el 12.32% corresponde al Continente Americano, siendo México el principal productor.

En México, el chile ha sido cultivado y usado como alimento en la dieta diaria de la población desde tiempos precolombianos (Pérez, 1998).

Clasificación taxonómica

División.....Angiospermae.
Clase.....Dicotyledonae
Subclase.....Metachimydeae
Orden.....Tubiflorae
Familia.....Solanaceae
Género.....*Capsicum*.
Especie.....*annuum*
Nombre científico.....*Capsicum annum L.*

2.4. Descripción botánica

2.4.1. Raíz

El sistema radical es muy ramificado y veloso, la raíz primaria es corta y muy ramificada. Algunas raíces llegan a profundidades de 70 o hasta 120 cm y lateralmente se extiende hasta 120 cm de diámetro alrededor de la planta. La mayor parte de las raíces están a una profundidad de 5 a 40 cm en el suelo (Pérez, 1998).

2.4.2. Ramas

Posee ramas dicotómicas o pseudo dicotómicas, siempre una más gruesa que la otra, que es la zona de unión de las ramificaciones provoca que estas se rompan con facilidad, este tipo de ramificaciones hace que la planta tenga forma umbelífera o de sombrilla (Ramírez, 2002).

2.4.3. Hojas

Las hojas son de color verde oscuro brillante, en las ramas inferiores las hojas son de mayor tamaño; miden de 7 a 12 cm, de longitud de 4 a 9 cm, con las venas bien marcadas, los peciolo miden de 5 – 8 cm de longitud y son acanalados (Arenas, 2007).

2.4.4. Flores

Las flores son hermafroditas, frecuentemente se forman con 6 sépalos, 6 pétalos Y 6 estambres, el número de los órganos florales oscila de 5 a 7. El ovario es supero, frecuentemente di o trilocular y el estigma se encuentra usualmente a nivel de las anteras lo cual facilita la auto polinización. A altas temperaturas y especialmente, en las variedades de fruto pequeño, el estigma crece sobre los estambres antes que abran las anteras (heterostilia), lo que facilita la fecundación por polinización cruzada.

2.4.5. Frutos

Los frutos de las diferentes variedades tienen forma y tamaño considerablemente variable. Es frecuente la diferencia de su color en la madures industrial en relación con la madures botánica (Pérez, 1998).

2.4.6. Semilla

Las semillas del del chile jalapeño son redondeadas y ligeramente reniformes, suelen tener de tres a cinco mm de longitud, se insertan sobre una placenta cónica de disposición central, son de color amarillo pálido. La facultad germinativa suelen ser de tres a cuatro años. Un gramo puede contener entre 120 y 200 semillas, entre otras características, deberán tener una pureza del 98 por ciento y el porcentaje de germinación de las semillas puras del 70 por ciento (Delgado, 1999).

2.5. Etapas de Crecimiento de la Planta de Chile

2.5.1. Etapa de desarrollo de la plántula hasta la Primera bifurcación

Para su germinación la semilla de chile sólo necesita de agua, oxígeno y temperatura. De todas maneras, se puede observar cierta disparidad en la energía germinativa en un mismo lote de semillas, ello podría deberse a diferencias en la senescencia seminal. En el estado de plántula, las plantas deben tener entre 7 y 9 hojas y es conveniente que aún no se observe el primer botón floral (González, 2005).

2.5.2. Etapa de rápido desarrollo de brotes y formación de flores

En ésta etapa en el chile, se produce una intensa división celular en todos los órganos de la planta, indicándose en el desarrollo de los tejidos secundarios. El punto de partida es la ramificación del tallo, cuando la plántula ha alcanzado una altura entre 15 y 20 cm. Una vez realizado el trasplante pasan algunos días hasta que se retoma el crecimiento; luego la planta sigue formando hojas (hasta 8-12) y posteriormente se desencadena la floración (Nuez *et al.*, 2003).

2.5.3. Etapa de lento crecimiento y desarrollo de frutos

Después de la fertilización se produce una intensa división celular en el epicarpio y endocarpio, poco después los procesos de división celular finalizan y no se producen nuevas células durante el desarrollo y maduración del fruto. Fundamentalmente ocurren procesos de crecimiento y división celular. Cuando el fruto alcanza la forma y tamaño definitivos la mayoría del crecimiento celular cesa (Nuez *et al.*, 2003).

2.6. Requerimientos nutricionales del cultivo de chile jalapeño

Las plantas necesitan para su crecimiento y desarrollo 17 elementos, según (Catalán, 2007), son conocidos como esenciales, aunque pueden estar constituidos por más de 90 elementos, estos elementos esenciales se dividen, según la cantidad utilizada por la planta en dos grupos: Macronutrientes, que se requieren en grandes cantidades y micronutrientes necesarios en cantidades más pequeñas, los

macronutrientes incluyen al carbono (C), hidrogeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S). En el grupo de los micro elementos se encuentra el hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), cloro (Cl) y níquel (Ni), todos ellos son igualmente importantes para el crecimiento de la planta. Las cantidades de elementos nutritivos que el chile toma dependen de la cantidad del fruto y materia seca que produce, el cual a su vez está influenciado por un número de factores genéticos y variables ambientales. Para que se alcancen producciones de una tonelada de chile. Las plantas necesitan absorber en promedio de 3 a 4 kg de (N), 0.7 a 1 kg de (P) y de 4 a 6 kg de (K).

2.7. Exigencias climáticas para el cultivo del chile

2.7.1. Temperatura

El ciclo vegetativo de esta planta dependen de las variedades, de las temperaturas, las diferentes épocas, germinación, desarrollo, floración, maduración, de la duración del día y de la intensidad luminosa. Este cultivo requiere una temperatura media de 24 °C. Por debajo 15 °C, el crecimiento es malo y con 10°C, el desarrollo del cultivo se paraliza. Con temperaturas superiores a los 35 °C, la fructificación es muy débil o nula, sobre todo si el aire es seco. Las bajas temperaturas también influyen a que se obtengan cosechas con frutos de menor tamaño, que a su vez pueden presentar deformaciones, se reduce la viabilidad del polen y favorecen la formación de frutos partenocarpicos, las altas temperaturas provocan la caída de flores y frutos (Arenas, 2007).

2.7.2. Humedad relativa

La humedad relativa óptima oscila entre el 50 y 70%, humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados (Navarro, 2008).

2.7.3. Luz

Es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración (Navarro, 2008).

2.7.4. Contenido del CO₂ en el aire

EL CO₂ es el factor de producción que más limitaciones impone en los Invernaderos. Es posible añadirlo a las plantas a partir del humo del calentador (Ferreira, 2002). En condiciones de invernadero, el aire es más seco y en algunos casos la circulación no es correcta, así que las plantas en invernadero requieren más CO₂. A medida que se incrementa la luz, también se incrementa la demanda de CO₂. Al recibir el CO₂ en una cantidad extra, las plantas generalmente responden con una mayor cosecha (Samperio, 1999).

2.8. Agricultura orgánica

De acuerdo con el Manual Internacional de Inspección Orgánica (Riddle y Ford, 2000), la agricultura orgánica incluye todos aquellos sistemas agrícolas que

promueven la producción de alimentos y fibras que sean ambiental, social y económicamente sustentables. La agricultura orgánica, también llamada biológica se define mejor como “aquellos sistemas holísticos de producción que promueven y mejoran la salud del agroecosistema, incluyendo la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, prefiriendo el uso de prácticas de manejo dentro de la finca al uso de insumos externos a la finca, tomando en cuenta que condiciones regionales requieren de sistemas adaptados a las condiciones locales: Esto se logra utilizando en lo posible métodos culturales, biológicos y mecánicos en oposición a materiales sintéticos para satisfacer cualquier función específica dentro del sistema (Codex Alimentarius, 1999; Gómez, 2000).

2.8.1. Importancia de la agricultura orgánica

La agricultura orgánica, se caracteriza por excluir el uso de productos de síntesis químicas (fertilizantes y plaguicidas en general), organismos modificados genéticamente, aguas negras y radiaciones en los alimentos, es una de las pocas alternativas productivas que se están vislumbrando en el campo Mexicano, actualmente, los pequeños productores orgánicos Mexicanos están tomando ventaja de la creciente demanda de productos inocuos, principalmente por parte de los países desarrollados. Lo interesante de este proceso es que a pesar de que por un lado se está respondiendo a una tendencia global de demanda de productos orgánicos, por otro lado se está desencadenado procesos autogestivos locales en las comunidades rurales (Gómez y Gómez, 2003). Acuña *et al.*, (2002) menciona que la agricultura orgánica, mediante la aplicación de abonos elaborados, el uso de

cobertura verdes, la implementación de técnicas de conservación del suelo y agua, y la utilización racional de los recursos disponibles en cada región geográfica, mejora las características químicas y físicas y biológicas del suelo y la nutrición natural de las plantas; favoreciendo la recuperación y preservación del principal patrimonio con que cuentan los productores (la tierra y la biodiversidad), así como el desarrollo de sistemas productivos agropecuarios basados en un equilibrio ecológico y social.

2.8.2. La agricultura orgánica en el mundo

Con tasas de crecimiento crecientes, los productos orgánicos conquistan cada vez más rápido las estructuras de mercado de alimentos a nivel mundial. En el 2002, las ventas de estos productos alcanzaron 23 mil millones de dólares, superando los 19 mil millones de dólares en el 2001 (Sahota, 2004). El mercado de los Estados Unidos registra el primer lugar en ventas de productos orgánicos con un valor de 11.75 mil millones de dólares en el 2002. El mercado alemán ocupa el segundo lugar con 3.06 mil millones de dólares, y el mercado británico el tercer lugar con un valor de 1.5 mil millones de dólares (Willer y Yussefi, 2004).

2.8.3. 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 (Gómez *et al.*, 2003).

Cuadro 2.1. Estados y productos orgánicos en México

Edo.	Producto
Baja California Norte	Hortalizas
Baja California Sur	Hortalizas y Olorosas
Colima	Ajonjolí, Café y Hortalizas
Chiapas	Café, Hortalizas y Cacao
Chihuahua	Manzana, frijol y Hortalizas

Fuente: (Gómez *et al.*, 2003)

2.9. Abonos orgánicos

Las principales características de los abonos orgánicos son: 1). Alto contenido de materia orgánica, la cual contiene una serie de microorganismos para la planta; 2). Una cantidad elevada de nutrientes como N, P, K, Ca, etc. 3). Los abonos orgánicos ideales están libres de patógenos, son inodoros y se obtienen por procesos aerobios y anaerobios y 4). Las principales técnicas para logra este tipo de abonos son el compostaje y la solarización (Nieto *et al.*, 2002).

El proceso aeróbico requiere oxígeno. Este elemento se proporciona por aireación y/o mezclado, ya que los microorganismos presentes de este tipo de proceso son aerobios o anaerobios facultativos; mientras que en el proceso anaeróbico, sus poblaciones son anaerobias o anaerobias facultativas (Melgarejo y Ballesteros, 1997).

El uso de abonos orgánicos en terrenos cultivados se remonta casi al nacimiento mismo de la agricultura y presentan ciertas ventajas:

1. Mayor efecto residual, por su lenta liberación.
2. Aumento en la capacidad de retención de humedad: a través de su estructura granular, la porosidad y la densidad aparente.
3. Forma de complejos orgánicos, con nutrientes que se mantienen en forma
4. Aprovechable para las plantas.
5. Menor formación de costras y terrones.

Los abonos orgánicos tienen por objetivo nutrir indirectamente a las plantas a través de los seres vivos del suelo, particularmente de los microorganismos (Beltrán *et al.*, 2005). Estos seres vivos son los que realizan la producción del humus y nutrición de las plantas. Los efectos benéficos generales de la adición de abonos orgánicos al suelo, se traducen en altos rendimientos, pero sobre todo en la relación beneficio-costos que esto nos

traen, que muchas veces no se logran con los fertilizantes químicos (Toyes, 1992).

2.9.1. Té de compost

El té de composta se ha utilizado en la agricultura con dos objetivos preferentes: la adición de nutrientes y la supresión de enfermedades fundamentalmente para inhibir el crecimiento de hongos (Labrador, 1996).

Una alternativa para satisfacer la demanda nutricional de los cultivos, además de disminuir los costos y la dependencia de los fertilizantes sintéticos, es la utilización de algunos materiales orgánicos líquidos como té de compost (Capulín *et al.*, 2005).

Comparando el té de composta con la composta sólida, este da un control de patógenos inmediato pero de corto plazo en las superficies tratadas; por el contrario, los compost sólidos aplicados al suelo actúan más lento por un largo periodo de tiempo (Labrador, 1996).

Riveros (2010) menciona que las terminologías que se aplica a los lixiviados, extractos y té de compost, es a veces confusa, por lo que vale la pena precisar lo siguiente:

Lixiviados de compost: se obtienen directamente de las pilas de compostaje, son ricos en sustancias nutritivas y contienen abundantes microorganismos.

Extractos de compost: proviene de la mezcla fermentada que se obtiene al colocar en un saco o bolsa el material de compost y llevarlo a un recipiente con agua durante un periodo de 7 a 14 días. El primer beneficio es como fertilizante líquido.

Té de compost: es una técnica moderna, donde se coloca material maduro de compost en agua y se recoge un extracto fermentado, el cual por lo general es alimentado con una fuente energética (melaza), que permite un mayor crecimiento de microorganismos.

2.9.2. Importancia del té de compost

Esta solución orgánica nutritiva o biopreparado es un extracto del compost elaborado con una fuente de comida microbial como la melaza y además contienen ácidos húmicos y fúlvicos. El té de compost o humus de lombriz puede ser utilizado en la irrigación por goteo en producción orgánica certificada. Los efectos benéficos del té de compost han sido demostrados, pero la mayoría de las respuestas han sido a prueba y error por lo tanto se disminuye el uso de los plaguicidas químicos como insecticidas, fumigantes, herbicidas y el exceso de fertilizantes sintéticos eliminan a diversos microorganismos benéficos que ayudan al crecimiento de las plantas (Bongcam, 2003; Ingham, 2005; Smith, 2011).

La sustentabilidad de los sistemas agrícolas a largo plazo debe fomentar el uso y manejo efectivo de los recursos internos de los agroecosistemas. En este sentido la adecuada elaboración y utilización de las compostas y tés de compostas o humus de lombriz son un componente vital de los sistemas sustentables, ya que constituyen un medio económicamente atractivo y ecológicamente aceptable de reducir los insumos externos y de mejorar la cantidad y calidad de los recursos internos (Bongcam, 2003).

2.9.3. Beneficios del uso de té de compost

Según López (2003) estos son los beneficios del té de compost:

1. Incrementa la supresión de enfermedades.
2. Proporciona nutrimentos para las plantas y alimentos para los microorganismos.
3. Incrementa la calidad de las plantas.
4. Reduce a los trabajadores a las exposiciones a daños químicos.
5. Reduce los impactos negativos de productos químicos sobre los organismos benéficos en el ecosistema.
6. Reduce la entrada de químicos y costos de labores.
7. Permite el reúso de desechos de postcosecha y compost.
8. Reduce los requerimientos de espacios en los basureros.
9. Mejora el crecimiento de las plantas.

2.9.4. Elaboración del té de compost

Preciado *et al.*, 2010 utilizo la siguiente metodología para la preparación del té de compost:

1. Oxigenar 80 L durante tres horas con una bomba de aire, la cual se conecta a un tubo flexible y un difusor de aire, el cual fue colocado en la parte baja del tanque, para el flujo continuo crear turbulencia y eliminar exceso de cloro.
2. Colocó 1 kg de compost por cada 10 L de agua, se le incorporo el agua a granel, durante 24 horas para extraer los nutrimentos que contenía la compost o vermicompost.
3. Agregó 2 g de piloncillo por cada 10 L de agua, como fuente de energía para los microorganismos.
4. La mezcla se dejó fermentar (con la bomba de aire encendida) por 24 horas.
5. Después de 24 horas se colocó la compost o la vermicompost en otro recipiente de 200 litros, al cual se le agrego agua hasta tener un volumen total de 150 litros, 18 con la finalidad de bajar la CE a 2 dS m⁻¹, además se agregaron 2 gr L⁻¹ de ácido cítrico para ajustar el pH a 5.5.

2.9.5. Control de la calidad de los té de compostas o biopreparados

La producción de té de composta o de humus de lombriz intervienen en múltiples factores que van a determinar en mayor o menor grado las características del té o extracto acuoso, y consecuentemente su calidad la cual vendrá determinada por sus características físicas y su composición química, es decir, porque al aportar nutrientes y materia orgánica al suelo y a las plantas existe un beneficio natural que equilibra las condiciones del ambiente; y por su composición microbiológica. Además, también tendrá que ver con la ausencia de fitotoxicidad y con parámetros como el contenido en patógenos o metales pesados, cuya presencia por encima de un determinado nivel podría llevar asociada efectos perjudiciales para las plantas, por lo que es necesario usar plantas indicadoras para esto último (Bongcam, 2003;).

La estabilidad y/o madurez de la composta o del humus de lombriz también va a ser determinante para la calidad de los extractos acuosos obtenidos, afectando a su composición pero fundamentalmente a la fitotoxicidad y al contenido en patógenos (Moreno y Moral, 2006; Smith, 2011).

2.9.6. Aplicación del té de compost

Hay dos formas diferentes de la aplicación del té de compost: como tratamiento al suelo, o como una pulverización foliar (Ingham, 2005).

2.9.7. Aplicación foliar

Estos se aplican normalmente sin dilución, aunque el agua se utiliza a menudo como portador. Las concentraciones de los organismos en el té es crítica, es importante tener la misma concentración siempre. Si el té es diluido, puede ocurrir que la cobertura del té en las hojas sea insuficiente (Ingham, 2005).

2.9.8. Aplicaciones al suelo

El té de compost se aplica comúnmente en la tierra mojando el suelo, dirigiendo el té de compost en la zona de las raíces de la planta. Los nutrientes que se suministran con el té son utilizados por las plantas, así como por los microorganismos. Los microorganismos en el té de compost compiten con otros microorganismos del suelo, y a su vez, forman parte del suelo y la ecología de la rizósfera (Ingham, 2005).

2.9.9. Té de Vermicompost

Típicamente el compost es el principal ingrediente para esta solución; sin embargo, trabajos recientes similares al del presente estudio coinciden que también se puede utilizar el vermicompost para la elaboración de esta Solución Nutritiva Orgánica. Algunos té s son extractos simples de material vegetal, los ingredientes adicionales tales como la maleza son entonces agregados como alimento para los microorganismos en el té, y proporcionan nutrimentos al cultivo (Ochoa, 2007).

En los últimos años, los productores de cultivos han sido productores de extractos acuosos de compost y vermicompost, comúnmente denominados “té”, y

se ha considerado especialmente que los té de vermicompost "pueden aumentar la germinación de los cultivos y el crecimiento de manera similar a los materiales de humus de lombriz sólido y son mucho más fáciles de aplicar a los cultivos y los suelos (Edwards *et al.*, 2006).

2.9.10. Usos de los té de vermicompost

Estos extractos acuosos de vermicompost o 'té' son mucho más fáciles de transportar y aplicar el vermicompost sólido, y pueden duplicar la mayoría de los beneficios del vermicompost cuando se aplican a los mismos cultivos. Además, pueden ser aplicados a los cultivos como aplicaciones foliares (Edwards *et al.*, 2006).

2.9.11. Beneficios del té de vermicompost

Los pesticidas químicos, fungicidas, herbicidas y algunos fertilizantes acaban con un gran número de microorganismos beneficiosos que mantienen el equilibrio en el agroecosistema.

La aplicación del té vermicompost mejora la vida del suelo, promoviendo las condiciones favorables para el crecimiento vegetativo, a continuación se presentan algunos beneficios del té de vermicompost:

1. El té de vermicompost contiene microorganismos aeróbicos que realizan una serie de funciones beneficiosas para el desarrollo de las plantas:

2. Consumen los alimentos que las plantas exudan alrededor de sus cuerpos (raíces y hojas), no dejando sustrato para el desarrollo de microorganismos que causan enfermedades.
3. Ocupan los sitios de infección, así incluso si hay presencia de microorganismos fitopatógenos, estos no logran penetrar los tejidos.
4. Consumen microorganismos fitopatógenos suprimiéndolos a niveles que causan enfermedades.
5. Producen componentes y metabolitos que inhiben la actividad y crecimientos de los microorganismos fitopatógenos.
6. El té de vermicompost mejora la nutrición de las plantas y de los microorganismos benéficos:
7. Los nutrientes solubles en el té son alimento para los microorganismos, permitiendo que crezcan más rápido, sean más saludables y puedan suprimir
8. enfermedades más rápidamente.
9. Los nutrientes solubles del té alimentan a las plantas, haciéndolas más saludables y capaces de generar más exudaciones que sirven de alimento a los microorganismos buenos.
10. Disminuye la lixiviación de nutrientes, porque estos son retenidos en el cuerpo de los microorganismos, mejorando su disponibilidad para las plantas, lo que reduce la aplicación de los fertilizantes.
11. Permite la desintoxicación del suelo y el agua, haciendo más fácil el crecimiento de las plantas.

No todos estos beneficios pueden ser observados en cada caso de aplicación del té, porque no todos los té s son de calidad uniforme. La aplicación foliar del té de compost provee nutrientes y microorganismos benéficos que colonizan en la superficie de las hojas, lo cual ayuda en la prevención de enfermedades como Botrytis en la vid (Inghman *et al.*, 2002). Scheuerell y Mahaffe (2004) mencionan que el té de compost aplicado al sustrato se utiliza como una medida alternativa de control de enfermedades de cultivos hortícolas como es el caso del dampingoff. Además, la aplicación al suelo induce la actividad microbiana en la rizosfera, proporciona una gran cantidad de nutrimentos solubles y estimula una respuesta positiva en la planta (Salter, 2004). Granatstein (1999) señala que uno de los mayores problemas sobre el efecto del té de compost es la falta de un proceso estandarizado para su producción. Algunos aspectos donde se observa variación incluye el tipo de compost, la fuente de materia orgánica, la madurez de la compost, el proceso del té, y el tiempo de fermentación; por lo que en ocasiones los resultados de experimentos con té de compost son inconsistentes.

2.9.12. Lixiviado de vermicompost

En los últimos años, los productores de cultivos han sido productores de extractos acuosos de compost y vermicompost, comúnmente denominados "té", y se ha considerado especialmente que los té s de vermicompost pueden aumentar la germinación de los cultivos y el crecimiento de manera similar a los materiales de

humus de lombriz sólido y son mucho más fáciles de aplicar a los cultivos y los suelos (Edwards *et al.*, 2006).

2.10. Solución nutritiva

Juárez *et al.*, 2006 señala que la solución nutritiva consiste en agua con oxígeno y los nutrimentos esenciales en forma iónica. Varias soluciones nutritivas han sido propuestas y hechas para hacer crecer las plantas en hidroponía, y su composición química varía ampliamente con los elementos que necesita la planta es necesario que la solución nutritiva tenga un balance adecuado, para que las plantas absorban los nutrimentos; en caso contrario, se producirá un desequilibrio entre los nutrimentos, lo que dará lugar a un exceso o deficiencias de los cultivos y afectará su producción. Algunos autores señalan que existen diferencias en la concentración química de la solución nutritiva, esto se debe a la especie y a la etapa fenológica del cultivo, señala que la planta no absorbe nutrimentos en la misma cantidad durante el ciclo, ya que lo hace según la etapa fenológica y las condiciones climáticas (Lara, 1999). Steiner (1984) señala que la composición química de una solución nutritiva está determinada por las proporciones de nutrientes expresadas como aniones y cationes, la presión osmótica y el pH ya que una vez establecidos estos, el pH es regulado

2.10.1. El pH de la solución nutritiva

Favela *et al.*, 2006 señala que el pH de la solución nutritiva se encuentra determinado por la concentración de los ácidos y de las bases. En una verdadera solución nutritiva se tiene todos los iones en forma libre y activa y que el pH es importante para determinar la disponibilidad de algunos iones. Una vez establecidos el equilibrio entre los iones (aniones y cationes), el pH se ajusta de acuerdo al tipo que necesita la planta dependiendo del cultivo. Lara (1999) indica que el pH apropiado para una solución nutritiva y para el desarrollo óptimo de un cultivo de hidroponía varía entre 5 y 6. Sin embargo, este no es estable, sino que varía en función en la diferencia por la absorción de nutrientes por las plantas y la etapa fenológica.

2.10.2. Presión osmótica

Preciado (2003) señala que las respuestas de las plantas en crecimiento y desarrollo a la solución nutritiva del cultivo hidropónico depende de varios factores, el más importante de estos es la concentración total de iones, expresada como presión osmótica de la solución nutritiva. La presión osmótica es la cantidad total de los iones de las sales disueltas en la solución nutritiva; cuanto más aumenta la cantidad de iones más se incrementa esta presión. Además es un factor muy importante a considerar por que determina fuertemente el crecimiento, desarrollo y producción de una planta (Juárez *et al.*, 2006).

Al aumentar la presión osmótica en la solución nutritiva la planta tiene que realizar un mayor esfuerzo para absorber el agua y especialmente aquellos que se mueven por flujos de masas (Marschner, 2002).

2.10.3. Relación mutua entre aniones

Este concepto fue introducido por Steiner en 1961. Se basa en la relación mutua que existe entre los aniones NO_3^- , H_2PO_4^- y SO_4^{2-} y los cationes K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} , con los cuales se regula la SN. Tal relación no solo consiste en la cantidad absoluta de cada ion presente en las soluciones, sino en la relación cuantitativa que guardan los iones entre sí, ya que de existir una relación inadecuada entre ellos, puede disminuir el rendimiento (Steiner, 1968).

2.10.4. Relaciones mutuas entre aniones y cationes

Favela *et al.*, 2006 indican que Steiner estableció el concepto de relación mutua entre los aniones NO_3^- , H_2PO_4^- y SO_4^{2-} y K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} para los cationes. Se basó en que la solución nutritiva debe estar regulada en sus macronutrientes contenidos tanto en cationes como en aniones. Este balance consiste solo en la cantidad absoluta de cada uno de ellos, y también en la relación cuantitativa. Es muy importante que la solución nutritiva tenga un equilibrio adecuado, para que las plantas absorban los nutrimentos; por lo contrario puede tener respuestas negativas en la absorción, distribución y función de un nutrimento

en especial y por consecuencia de esto se producirá un desequilibrio entre los nutrimentos, lo que dará lugar a excesos o deficiencias en el medio de cultivo y afectará su crecimiento y producción (Villegas *et al.*, 2005). Juárez *et al.*, 2006) afirma que cuando la solución nutritiva es aplicada continuamente las plantas pueden absorber los nutrientes a muy bajas concentraciones, esto ocasiona que las plantas no absorban la cantidad necesaria de agua y nutrimentos y provoquen deficiencias, por otro lado el consumo excesivo puede causar toxicidad. Los nutrimentos que requiere la planta van dependiendo de la etapa fenológica. Gerson (1995), señala que cuando la planta pasa de una etapa fenológica a otra cambia su actividad metabólica, lo que provoca cambios en los órganos y requerimientos de otros nutrimentos.

2.11. Sustrato

Los cultivos sin suelo requieren de ciertas condiciones y medios para llevarse a cabo y lograr un aumento en la producción. Uno de los principales factores que determinan el éxito o fracaso en este sistema es el sustrato o medio de crecimiento (Cabrera, 1999; Morel *et al.*, 2000; Pastor, 2000). El sustrato adecuado para el desarrollo de los cultivos, es aquel capaz de retener suficiente agua, aire y elementos nutritivos en forma disponible para las planta (Bures, 1997). El uso de sustratos en la agricultura es común en los cultivos Intensivos, especialmente en los invernaderos, teniendo como ventajas principales que permite: el control y monitoreo sobre el riego y la fertilización, adelanto en la cosecha, incremento en la calidad del fruto y reducción de riegos por enfermedades y plaga (Ansorena, 1994).

2.11.1. Generalidades del sustrato

La caracterización de las propiedades físicas y químicas de los sustratos o medios de crecimiento, es crucial para su uso efectivo y en gran medida condiciona el potencial productivo de las plantas, pues constituyen el medio en el que se desarrollaran las raíces, las cuales tienen gran influencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Unver *et al.*, 1989; Bures, 1997; Lemaire, 1997). Para el caso de los sustratos inertes, podemos mencionar la perlita siendo las características siguientes (Muñoz, 2003).

2.11.2. Perlita

La perlita es un material de origen volcánico y tiene la capacidad de absorber de tres a cuatro veces su peso en agua, carece de capacidad de tampón y de intercambio catiónico; no obstante, es útil para incrementar aireación, además tiene una estructura rígida y se comercializa en diferentes granulometrías, la perlita con diámetros de partículas de 0 a 1.5 mm y densidad de 80 a 90 kg m⁻¹ es la que se utiliza en semilleros y también puede ser empleada para tapar la semilla. Por las características mencionadas se utilizara estos materiales como sustrato en la producción de las plántulas (Muñoz, 2003).

2.12. Producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero

las técnicas de producción son muy variables y en los últimos años el desarrollo de estas prácticas ha tomado auge al hacerlo bajo condiciones de

invernaderos con hidroponía (cultivo sin suelo), con el fin de obtener el mayor rendimiento y calidad en los cultivos, por lo que los países desarrollados ven en estas técnicas de producción una alternativa económica para automatizar y programar su agricultura intensiva, principalmente en aquellos cultivos que se cotizan en el mercado, como hortalizas, flores y especies de ornatos (Requejo, 2004). Existen antecedentes tanto en algunas zonas de México como en otros países de que el uso de plásticos en la agricultura, aplicados en diversas formas (invernaderos, macrotúneles y microtúneles, entre otros) proporcionan condiciones más adecuadas para el desarrollo de los cultivos, obteniéndose mayor cantidad y calidad de productos, así como adelantar el inicio de cosecha y producir en épocas no programadas, entre otras ventajas (Rodríguez e Ibarra, 1991). Shany (2004) comenta que considerando la decisión de proteger el cultivo la única justificación para el desarrollo bajo cobertura es, cuando el beneficio económico obtenido es significativamente mayor comparándolo con un cultivo a campo abierto. Así mismo Shany (2004) señala que los factores que definen la necesidad de cultivar bajo cobertura son:

1. Tipo de cultivo
2. Mejoramiento de calidad de los frutos
3. Necesidad de remplazar el suelo
4. Incremento de los rendimientos.

La producción en invernaderos permiten un mejor control de clima, dentro de esta estructura, mejorando las condiciones para el desarrollo de las especies vegetales, lo cual mejora las condiciones para el desarrollo de las especies vegetales, lo que se traduce en una mejor adaptación de cada cultivo y en un

incremento significativo de su rendimiento (Anton *et al.*, 1996). Hernández (2006) comenta que la producción de hortalizas bajo invernaderos es una de las técnicas más modernas que se utilizan actualmente en la producción agrícola, ya que permite al agricultor el control de la temperatura, la cantidad de luz y aplicar efectivamente el control químico y biológico para proteger el cultivo y así obtener mayores rendimientos de los cultivos hortícolas. Por otra parte Jaramillo (1999) comenta que cultivando hortalizas bajo Invernadero es posible producir durante todo el año, independientemente de las condiciones climáticas externas, y así dentro de un ambiente protegido, las condiciones de producción favorecen la obtención de productos sanos, Similares en forma y tamaño, con madurez uniforme, más sabrosos y con excelente presentación, característica que estimula sensiblemente el consumo.

2.12.1. Generalidades de los invernaderos

Un invernadero es una instalación cubierta y abrigada artificialmente con material transparente para proteger las plantas de la acción de los fenómenos ambientales. Estas instalaciones permiten el control de determinados parámetros productivos, como: temperatura ambiental y del suelo, humedad relativa, CO₂, luz etc. Los invernaderos están formados por una estructura o armazón ligero (metálico, madera, hormigón, etc.) sobre lo cual se asienta una cubierta de material transparente (polietileno, copolimero, policarbonato, policloruro de vinilo, poliéster, cristal) y puertas para el servicio de invernadero (Serrano, 2002). La tecnología actual de producción en la agricultura debe cumplir con las expectativas de los productores en cuanto a productividad y oportunidad de mercado. La producción intensiva de cultivo bajo condiciones de invernadero no es la excepción; se puede tener control de factores ambientales como la luz y la temperatura y un uso óptimo de recursos humanos e insumos como el agua fertilizantes y agroquímicos, la tecnología en invernaderos es aplicable también para áreas marginadas desprovistas de agua y suelo, los invernaderos familiares ofrecen una opción para producir la dieta anual de las familias en un afán de suplir los nutrimentos y energía para el óptimo desarrollo de la población de esta área (Sánchez, 2003).

2.12.2. Uso de los invernaderos

Actualmente el uso de los invernaderos se justifica debido a la corriente mundial de calidad en la que el hombre está viviendo. Los mercados a nivel mundial son cada vez más exigentes en la calidad, inocuidad, presentación del producto, ya

que el cliente final observa las diferencias entre los tipos de productos hortícolas que se presentan en los mercados con respecto a otros (Abarca, 2007). El desarrollo de la agricultura bajo invernadero es producto de las condiciones ambientales que prevalecen en diferentes países básicamente del hemisferio norte, ya que su principal limitante para la producción es el clima. En la actualidad el uso de esta tecnología está disponible para la mayor parte de los esquemas productivos y de los productos en general del resto del mundo (Sánchez, 2003). Larenas y Barrios (2004) señala que los invernaderos ayudan a la diversificación productiva, y mejoran la producción de hortalizas y flores. Además los invernaderos permiten desarrollar cultivos que necesitan otras condiciones climáticas y evitar los daños de roedores, pájaros, lluvias y el vientos. El uso de invernaderos y túneles cubiertos con plástico para la producción forzada y semiforzada de hortalizas proporcionan beneficios tales como incrementar la producción, obtener producción fuera de la cosecha, ahorrar agua, etc. Esta aplicación son útiles en la producción de plantas ornamentales, frutales y otras (Rodríguez e Ibarra, 1991).

2.12.3. Ventajas y desventajas en el uso de invernadero

Según Serrano (2002) los invernaderos presentan las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas:

1. Cultivar fuera de época y conseguir mayor precocidad.
2. Realizar cultivos en determinadas zonas climáticas y épocas estacionales en que no es posible hacerlos al aire libre.

3. Disminuir el tiempo de los ciclos vegetativos de las plantas, permitiendo obtener mayor número de cosecha por año.
4. Aumento de producción.
5. Obtención de mejor calidad.
6. Mejor control de plagas y enfermedades.
7. Ahorro de aguas de riego.
8. Menos riegos catastróficos.
9. Trabajar con más comodidad y seguridad.
10. Siembra de variedades selectas con rendimientos mixtos.

Por otra parte Abarca (2007) los invernaderos presentan las siguientes

Desventajas:

1. Inversión inicial alta.
2. Desconocimiento de las estructuras más apropiadas para cada región.
3. Altos niveles de especialización y necesidades de capacitación del personal.
4. Altos costos de producción.
5. Condiciones óptimas para el rápido ataque de plagas y enfermedades.
6. Alta dependencia de las condiciones de mercado.

2.13. Antecedentes de la investigación

La Comarca Lagunera es una región agrícola por excelencia la cual favorece la adaptación y el establecimiento de diversos cultivos hortícolas entre los cuales el chile jalapeño es uno de los más importantes. El programa de hortalizas del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de la Región Lagunera (CIFAPRL), inicio sus actividades de 1969, con la finalidad desarrollar tecnología apropiada para la explotación de la diferentes especies hortícolas, susceptibles de sembrarse en área agrícola de la Comarca Lagunera (Villegas, 1969).

Uno de los problemas más trascendentes que enfrenta no sólo este cultivo, sino la agricultura en general, es la capacidad de los suelos para sostener los cultivos en su máximo desarrollo debido a la pérdida sostenida de su fertilidad (Ruíz, 1996; Nieto *et al.*, 2002). Una de las recomendaciones que se hace con mayor énfasis para conservar la fertilidad del suelo, es la aplicación de abonos orgánicos a fin de garantizar la presencia de microorganismos que ayuden en la fijación de nutrimentos y posibiliten su absorción por las plantas (Scullion *et al.*, 1998; Butler *et al.*, 2007). Actualmente se han hecho un gran número de trabajos encaminados a determinar una dosis de composta óptima para la producción de hortalizas. El objetivo general que se persigue en la mayoría de los trabajos, que se han desarrollado a lo largo de las últimas décadas, es obtener una dosis optima.

2.13.1. Antecedentes de la investigación del chile jalapeño

Muñoz, *et al.*, en 2012 mencionan que as plantas de chile respecto de la variable altura de planta mostraron diferencias significativas en los tratamientos con 10 y 25 t·ha⁻¹ de composta, y el testigo presentó una altura de planta igual; mientras

que la dosis más alta (50 t·ha⁻¹) de abono orgánico mostró un menor crecimiento en altura hasta de 2.0 a 7.5 cm. Las diferencias en altura de planta con el abono orgánico mostraron que es posible producir un cultivo sin necesidad de usar fertilizantes químicos. El tratamiento con mayor producción de frutos correspondió a una aplicación de 25 t·ha⁻¹ de composta. Otra investigación realizado por Ramírez (2012). Menciona una altura de planta 28.14 el evaluar fertilización orgánica de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera, (Rodríguez-Delfin, 2004). Goykovic y Saavedra (2007) señalan que el crecimiento y altura de la planta disminuye con el incremento de la salinidad.

2.13.2. Antecedentes de los abonos orgánicos

Fortis, *et al.*, 2013 mencionan que los sustratos orgánicos de estiércol tratado, se suman a las diversas alternativas para sustituir el empleo de fertilizante inorgánico.

Muñoz, *et al.*, 2012 mencionan los efectos de abono orgánico (composta) influyen en el desarrollo fenológico del cultivo de chile debido a los nutrientes que aportan como el nitrógeno, fósforo, potasio y calcio.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización geográfica

La Comarca Lagunera se localiza en la parte central de la zona norte de México. Se encuentra ubicada entre las coordenadas 25° 32' 40'' Latitud Norte y 103° 26' 30'' Longitud Oeste. La altitud de esta región es de 1, 140 msnm. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las tres áreas agrícolas, así como las áreas urbanas.

3.2. Localización de experimento

El experimento se estableció en el ciclo primavera verano 2014 en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro- Unidad Laguna, ubicada en el Periférico y carretera a Santa Fe km 1.5, Torreón Coahuila México.

La investigación se desarrolló en el invernadero número tres del departamento de Horticultura, el cual tiene las siguientes dimensiones: 23 metros de largo, 9 metros de ancho y 4.75 metros de altura, el invernadero cuenta con un piso de grava con una cubierta plástica transparente calibre 600 y una malla sombra de 50%. Para el manejo de una temperatura adecuada en el invernadero se cuenta con dos extractores, pared húmeda y para el control automático de estos aparatos se utilizó un termostato.

3.3. Clima

CNA (2002) define el clima de la Comarca Lagunera de tipo desértico con escasa humedad atmosférica, precipitación promedio entre 200 y 300 mm anuales en la mayor parte de la región, y de 400 y 500 mm en las zonas montañosas Oeste, con una evaporación anual promedio de 2600 mm. La temperatura media anual es de 20°C; en los meses de Noviembre a Marzo la temperatura media mensual varia de 13.6 y 9.4 °C. La humedad relativa varia en el año, en primavera tiene un valor promedio de 30.1 %, en Otoño de 49.3% finalmente en invierno un 43.1%

3.4. Material genético

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el híbrido de chile jalapeño SV0045HJ, proporcionado por la empresa Harris Moran. El chile jalapeño es un híbrido muy precoz (75 días al trasplante) de tipo fresco, color verde o verde oscuro, de forma cónica alargada. Mide en promedios unos 6 cm de largo y 2.5 cm de ancho.

3.5. Fertilización orgánica e inorgánica

El té de compost, té de vermicompost y el lixiviado de vermicompost fueron proporcionados por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.

3.5.1. Té de compost

El té de compost se obtuvo a partir del siguiente procedimiento:

- a) En un tambo de 200 l se colocaron 100 l de agua y se oxigenaron durante 12 a 24 horas. En una bolsa de tela o malla de plástico se colocó 10 kilos de compost.
- b) En una cubeta de 20 l se colocó agua hasta la mitad, se introdujo la bolsa con los kilos de compost, para lavar y quitar exceso de sales.
- c) Se introdujo la bolsa en el tambo de agua procurando que quedara a la mitad del tambo, se trituraron 40 gramos de dulce de piloncillo y se agregaron al tambo de agua y agitando de manera constante, se midió la C.E y se agregó agua hasta estabilizarla en la lectura deseada a 2.0 dS/m, se midió el pH y se agregó ácido cítrico hasta estabilizar a un rango de 5.5 a 6.5. se oxigenaron durante 12 a 24 horas más.

3.5.2. Té de vermicompost

El té de vermicompost se obtuvo a partir del siguiente procedimiento:

- a) En un tambo de 200 l se colocó 100 l de agua, con una bomba (para peceras) se oxigenó durante 12 a 24 horas.
- b) Se pesaron 10 kg de vermicompost, se cribó para separar componentes grandes de la misma compost. Posteriormente en una cubeta de 20 l se puso agua hasta la mitad, se introdujo la bolsa con la vermicompost de 2 a 3 veces con la finalidad de eliminar las sales
- c) Se trituraron 40 g de piloncillo o melaza y se agregó al tambo con agua oxigenándose, se agitó para mezclar y se colocó la bolsa procurando

que quedara a la mitad del tambo, se colocó en cada lado de la bolsa las mangueras de oxigenación.

- d) Se midió la conductividad eléctrica y se agregó agua para estabilizarlo en la lectura deseada a 2.0 dS/m, se midió el pH y se agregó ácido cítrico y agitando hasta llegar a un rango de 5.5 a 6.5. se oxigenó nuevamente durante otras 12 a 24 horas y luego se aplicó.

3.5.3. Lixiviado de vermicompost

El lixiviado de vermicompost se obtuvo a partir del siguiente procedimiento:

- a) En un tambo de 200 l se puso 100 l de agua y se agregó 39 l de lixiviado, se agito constantemente y se agregó agua hasta estabilizar la C.E deseada a 2.0 dS/m y se completó hasta los 200 l de agua que es la capacidad de tambo, después se agregó ácido cítrico hasta estabilizar el pH a un rango de 5.5 a 6.5.

3.5.4 Preparación de la solución nutritiva de Steiner

Para preparar la solución nutritivas se utilizaron fertilizantes comerciales.

Cuadro 3.1. Fertilizantes utilizados en la preparación de la solución nutritiva Steiner.

Nombre	Fórmula	% del nutriente que aporta			
Fosfato de Potasio	KH_2PO_4		52 P_2O_5	34 K_2O	
Nitrato de calcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	15.5 N (14.2 NO_3 y	26 CaO	1.3	NH_4)
Nitrato de potasio	KNO_3	13 NO_3	44 K_2O	0.5 MgO	
			15.5		
Nitrato de Magnesio	MgNO_3	11 NO_3	MgO		
Ácido nítrico	HNO_3	55 %	1.35 ¹		
Ácido sulfúrico	H_2SO_4	70 %	1.85 ¹		

¹ Densidad de los fertilizantes utilizados para la solución nutritiva de Steiner

3.6. Germinación en charolas

El día 13 de abril del 2014 se colocaron las semillas en charolas de poliestireno de 200 cavidades para germinación, utilizar este tipo de charolas es muy fácil y práctico para manejar dentro del invernadero, para el sustrato de germinación se utilizó peat moss ya que es un sustrato con características deseables para la producción de plántulas.

A los 13 días (26/04/2014) germinaron las semillas, las plántulas fueron regadas con te de compost hasta estar listas para el trasplante, alcanzando un tamaño entre 15 a 20 cm o tres a cuatro hojas verdaderas.

3.7. Trasplante

El trasplante se realizó el día 8 de mayo del 2014, el material utilizado como contenedor fueron bolsas tipo vivero, color negro, calibre 400 de 19 kg. Los sustratos utilizados para el llenado de las macetas, fueron arena de río al 90% y perlita un 10%.

3.8. Diseño experimental

En el desarrollo del presente trabajo se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos de diez repeticiones cada uno, los cuales fueron etiquetadas adecuadamente para tomar registro.

3.9. Riego

Durante las primeras tres semanas después de la siembra se programaron dos riegos cada día, uno por la mañana aplicando 500 ml y otro en la tarde aplicando la misma cantidad que el primero, después se incrementó el riego a dos litros por día, aplicando un litro en la mañana y otro por la tarde.

La solución utilizado para el riego fue de acuerdo con los tratamientos evaluados que consistieron en: solución nutritiva Steiner, té de compost, té de vermicompost y lixiviado de vermicompost.

3.10. Deshojado

Esta práctica consiste en la eliminación de hojas senescentes y hojas sanas con el objetivo de facilitar la aireación y mejorar la maduración homogénea del fruto, así mismo las hojas enfermas se deben de sacar inmediatamente del invernadero para evitar la presencia de fuentes de inóculo, esta práctica se hace manualmente y a diario.

3.11. Tutorado

La labor de tutorado se realizó con hilo de polipropileno sujeto de un extremo a la zona basal de la planta y del otro extremo a un alambre situado a dos metros de altura por encima de la maceta. A medida que la planta va creciendo se va sujetando al hilo tutor manualmente enrollándola.

Esta es una actividad de gran importancia ya que el tallo del chile se rompe con gran facilidad, hecho que se ve acentuado por el peso de los frutos, además de que las plantas en invernadero son más tiernas y alcanzan mayor altura.

3.12. Control de plagas y enfermedades

3.12.1. Plagas

Las plagas que se presentaron durante el desarrollo fueron las siguientes: mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), pulgón verde (*Aphis gossypii*), minador de la hoja (*Liriomyza trifolii*) y la araña roja (*Tetranychus urticae*).

Para el control de plagas dentro del invernadero se utilizaron los siguientes, descritos en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Productos químicos utilizado para el control de plagas en la determinación de la producción de chile jalapeño ()....

Producto	Dosis	Plagas
Custer 25 C.E. (Diazinon)	20 ml/ 20 l agua	Mosquita blanca Pulgón verde Minador de la hoja
Sultron 725 (Azufre)	15 ml/ 20 l agua	Araña roja

3.12.2. Enfermedades

Durante el desarrollo de la planta de chile jalapeño del híbrido SV0045HJ se presentaron síntomas de enfermedades como tizón tardío (*Phytophthora infestans*), tizón temprano (*Alternaria solani*) y un posible virus huasteco del chile (PHYVV: pepper huasteco yellow vein virus). Para el manejo de estas enfermedades se utilizaron los productos descritos en el cuadro 3.3.

Cuadro 3.3. Productos usados para el control de enfermedades

Producto	Dosis	Enfermedades
RIDOMIL GOLD® 480 SL (Mefenoxam)	15 ml/ 20 L agua	Tizón tardío Tizón temprano
Sultron 725 (Azufre)	15 ml/ 20 L) agua	Virus huasteco del chile

3.13. Cosecha

Se realizaron dos cosechas, la primera el día 16 de septiembre del 2014, para esta fecha los frutos ya tenían entre un 70 a 80 % de maduración. Y la segunda cosecha se realizó el 28 de septiembre del mismo año.

3.14. Variables Evaluadas**3.14.1. Altura de la Planta**

La altura de planta se evaluó cada semana, utilizando una cinta métrica. Se medía desde la base del tallo hasta el punto de crecimiento.

3.14.2. Rendimiento

Para determinar el rendimiento en g, se consideró el peso de fruto por planta obtenido en cada tratamiento.

3.14.3. Diámetro ecuatorial

Esta variable se midió con ayuda de un vernier, el cual se colocó en la parte media del fruto, la unidad fue en centímetros.

3.14.4. Longitud de fruto

Para obtener la longitud del fruto se utilizó un vernier colocando de polo a polo para tomar la medida correcta la cual fue en centímetros.

3.14.5. Grosor de la pulpa

Con ayuda de un vernier se determinó en cm, desde la parte del endocarpio al pericarpio.

3.14.6. Peso fresco de planta

Para obtener esta variable se seleccionaron al azar 3 repeticiones por tratamientos, después se tomó el peso de tallo, hoja y raíz con la ayuda de una balanza de precisión digital.

3.14.7. Peso seco de planta

Las plantas seleccionadas se secaron naturalmente durante un periodo de 24 días para obtener el peso seco de tallo, hoja y raíz en una balanza digital

3.15. Análisis de resultados

Para el análisis de resultados se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System) para Windows, versión 6.12 institute inc. Desarrollado por Barr y goodnight

en la Universidad Estatal de California del Norte. Se realizó una comparación de medias utilizando la diferencia mínima significativa (Tukey) al 5%.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta

En la Figura 1 se presentan los promedios de altura de planta del híbrido SV0045HJ en los diferentes tratamientos de fertilización orgánica evaluados. El análisis de varianza realizado para la variable altura de planta no indicó diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización orgánica y el testigo (Steiner). Sin embargo, los datos mencionados anteriormente, indican que la fertilización orgánica puede reemplazar o sustituir o complementar a la fertilización química, ya que sus resultados medidos con la variable altura de planta son similares

estadísticamente, así como también se considera viable para el desarrollo del cultivo de chile jalapeño en invernadero.

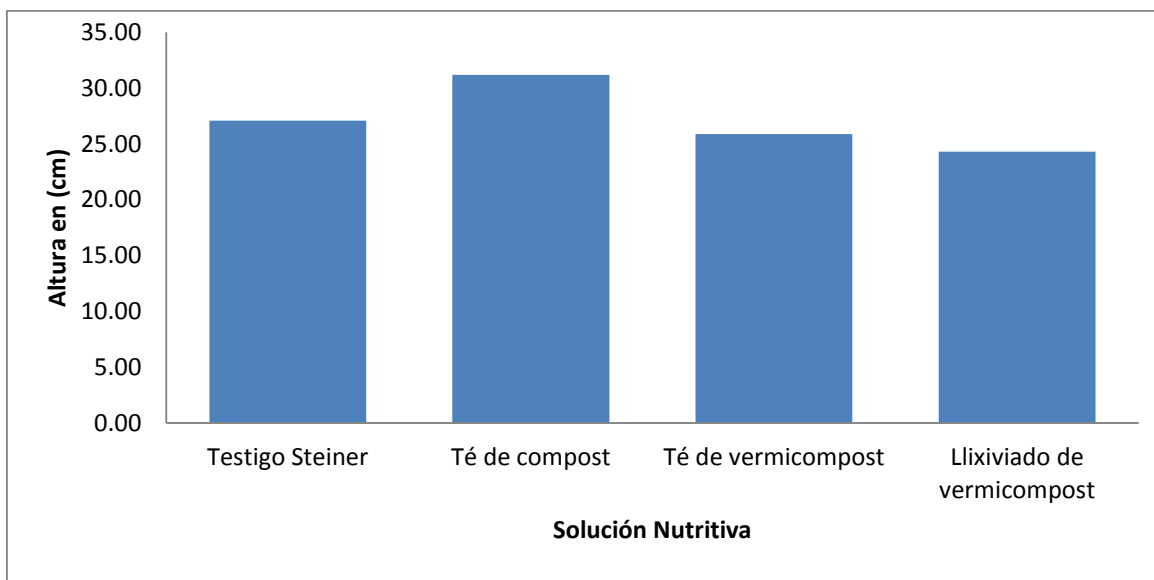


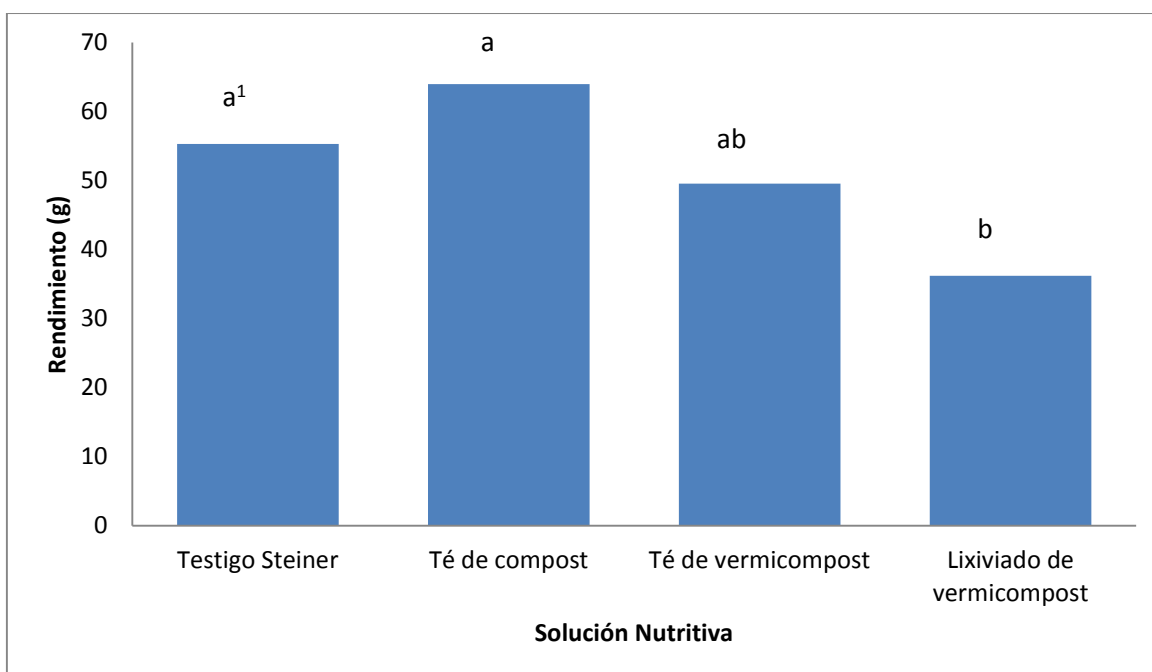
Figura 1. Altura de planta (cm) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

4.2. Rendimiento

En la Figura 2 se presentan los promedios de rendimiento de fruto por planta del híbrido SV0045HJ en los diferentes tratamientos de fertilización orgánica evaluados. El análisis de varianza realizado para la variable rendimiento de fruto por planta indicó diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización orgánica y el testigo (Steiner). En la grafica 2 se puede observar que los promedios de rendimiento por planta de los tratamientos té de compost (64 g), testigo Steiner (55.33 g) y el té de vermicompost (49.55 g) no fueron estadísticamente diferentes. Sin embargo el tratamiento con té de compost y el testigo Steiner fueron

significativamente superiores al tratamiento con lixiviado de vermicompost el cual obtuvo un valor de 36.22 g.

Estos resultados son diferentes a los obtenidos por Nazario (2013) al evaluar soluciones nutritivas orgánicas en la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) en invernadero trabajo en el cual el obtuvo una media de 145.40 g. Mientras que en el presente trabajo se obtuvo el mayor peso de fruto con el tratamiento té de compost con 64 g aunque esta diferencia se debe al número de frutos evaluados.



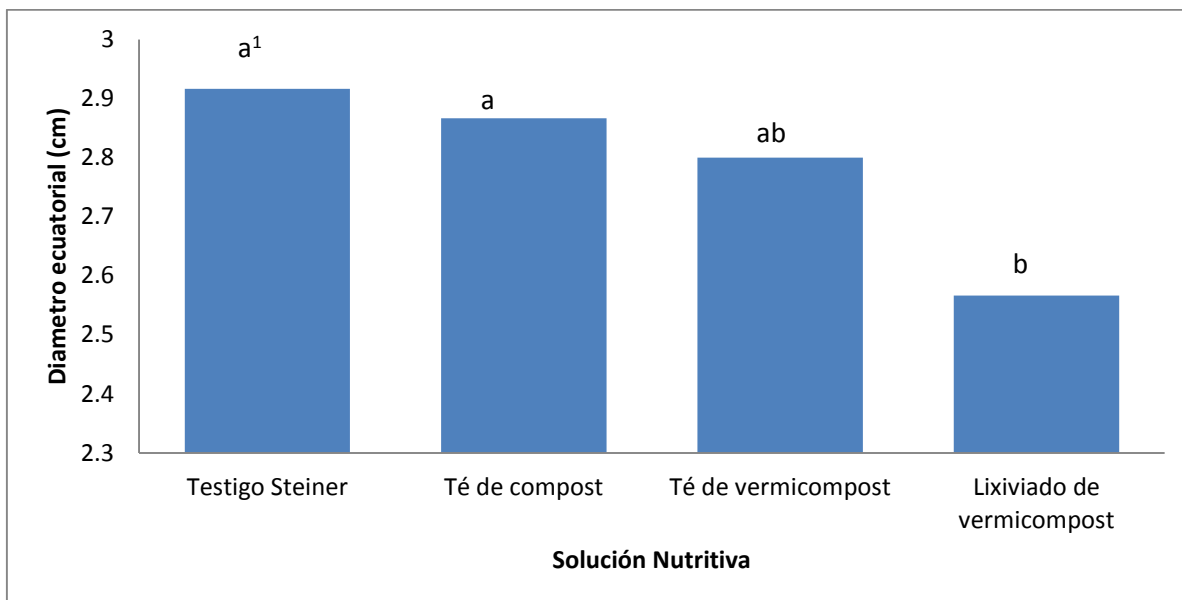
¹Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa de acuerdo a (Tukey $p \leq 0.05$). C.V 33.44 %

Figura 2. Peso de fruto (g) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

4.3. Diámetro ecuatorial de fruto

En la Figura 3 se presentan los promedios de diámetro ecuatorial de fruto del híbrido SV0045HJ en los diferentes tratamientos de fertilización orgánica evaluados. El análisis de varianza realizado para la variable diámetro ecuatorial de fruto indicó diferencia significativa entre los tratamiento de fertilización orgánica y el testigo (Steiner). En la grafica 3 se puede observar que los promedios de diámetro ecuatorial de fruto de los tratamientos testigo Steiner (2.91 cm), té de compost (2.86 cm), y el té de vermicompost (2.8 cm) no fueron estadísticamente diferentes. Sin embargo el testigo Steiner y el té de compost fue significativamente superiores al tratamiento con lixiviado de vermicompost el cual obtuvo un valor de 2.56 cm.

El diámetro ecuatorial de fruto obtenido en el presente trabajo es similar al reportado por Ramírez (2012) quien evaluó la fertilización orgánica de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera, trabajo en el cual obtuvo el ~~un~~ mayor diámetro ecuatorial de 2.6 cm con el tratamiento (Steiner). Mientras que en el presente trabajo se obtuvo el mayor diámetro ecuatorial con el tratamiento testigo (Steiner) con 2.9 cm.



¹Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa de acuerdo a (Tukey $p \leq 0.05$). C.V 12.52 %

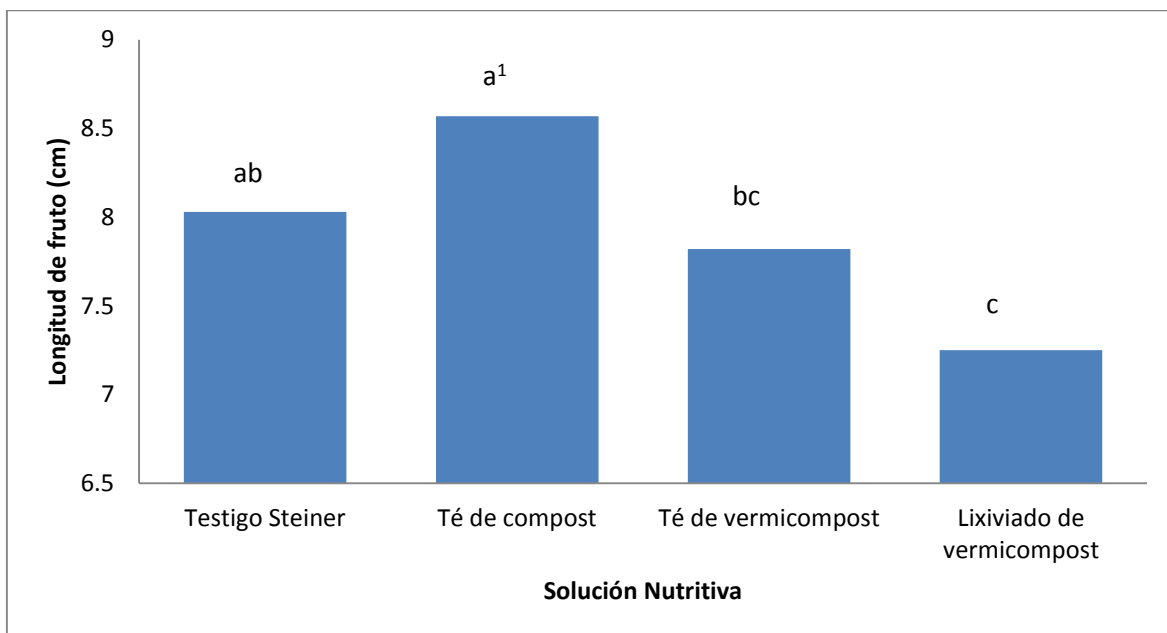
Figura 3. Diametro ecuatorial de fruto (cm) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

4.4. Longitud de fruto

En la Figura 4 se presentan los promedios de longitud de fruto del híbrido SV0045HJ en los diferentes tratamientos de fertilización orgánica evaluados. El análisis de varianza realizado para la variable longitud de fruto indicó diferencia significativa entre los tratamientos de fertilización orgánica y el testigo (Steiner). En la grafica 4 se puede observar que los promedios de longitud de fruto de los tratamientos té de compost (8.57 cm), testigo Steiner (8.03 cm) y el té de vermicompost (7.82) no fueron estadísticamente diferentes. Sin embargo el

tratamiento con té de compost fue significativamente superior al tratamiento con lixiviado vermicompost el cual obtuvo un valor de 7.25 cm.

Los resultados obtenidos para longitud de fruto, del presente trabajo fueron superiores a los reportados por Ramírez (2012) al evaluar fertilización orgánica en chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera, trabajo en el cual obtuvo una mayor longitud de fruto, 7.02 cm, con el tratamiento té de vermicompost + Algas-Enzimas. Mientras que en el presente trabajo la mayor longitud de fruto se obtuvo con el tratamiento té de compost con 8.57 cm.



¹Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa de acuerdo a (Tukey $p \leq 0.05$). C.V 13.03 %

Figura 4. Longitud de fruto (cm) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

4.5. Grosor de pulpa

En la Figura 5 se presentan los promedios de grosor de pulpa de planta del híbrido SV0045HJ en los diferentes tratamientos de fertilización orgánica evaluados. El análisis de varianza realizado para la variable grosor de pulpa no indicó diferencia significativa entre los tratamientos de fertilización orgánica y el testigo (Steiner). Debido a que para esta variable no se presentó diferencia estadística entre tratamientos, se plantea que la fertilización orgánica puede ser una forma viable de reemplazar los fertilizantes químicos. En la gráfica 5 se muestran los resultados descritos anteriormente.

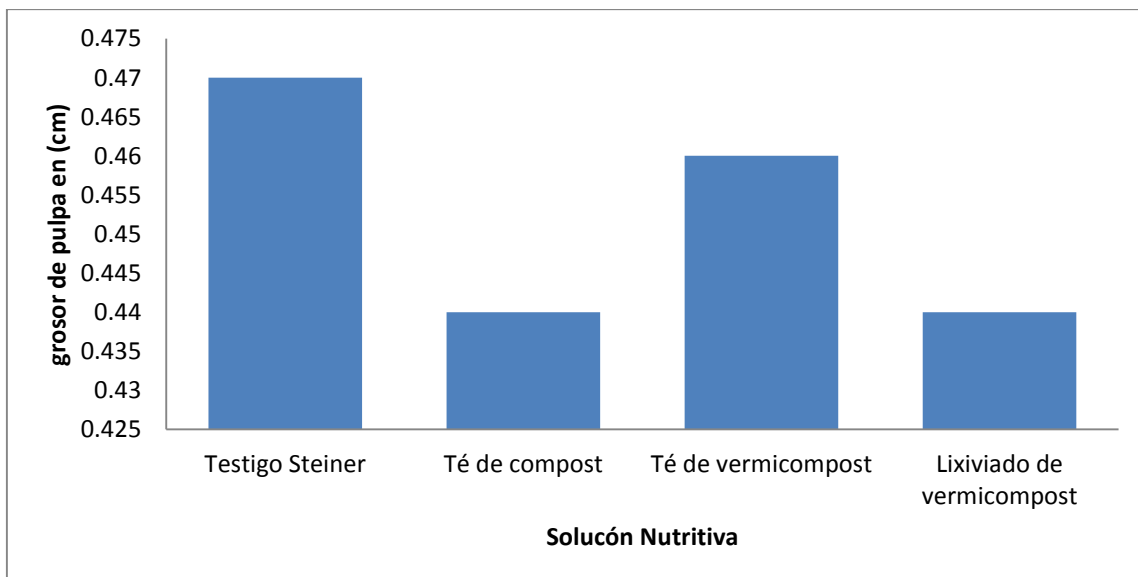


Figura 5. Grosor de pulpa (cm) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

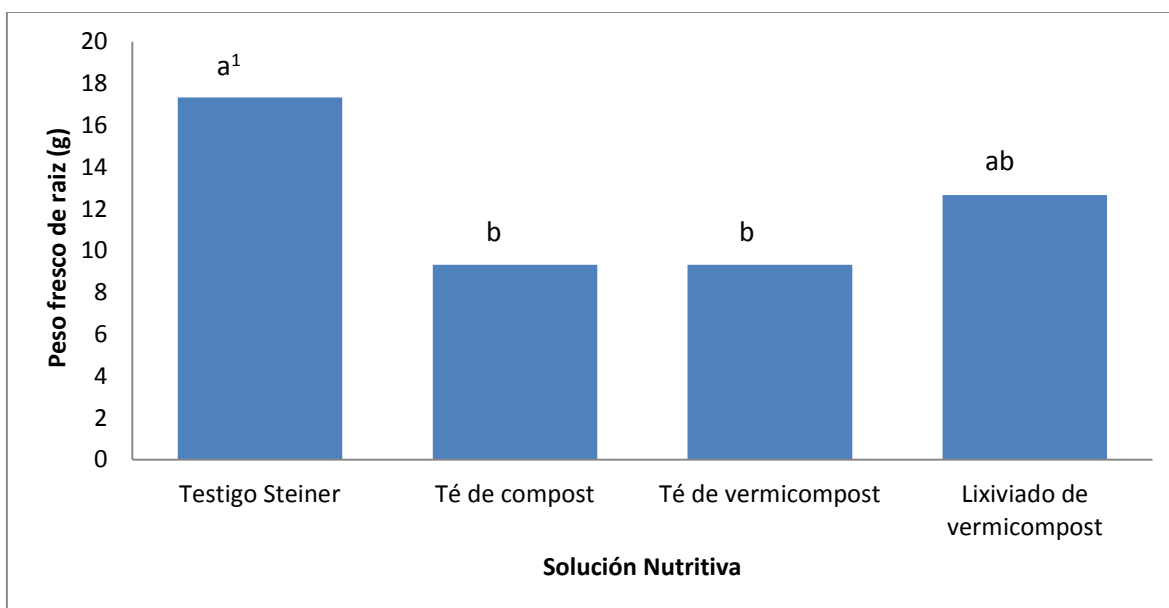
4.7. Peso fresco y seco

4.7.1. Peso fresco de raíz

En la Figura 6 se presentan los promedios de peso fresco de raíz del híbrido SV0045HJ en los diferentes tratamientos de fertilización orgánica evaluados. El análisis de varianza realizado para la variable peso fresco de raíz indicó diferencia significativa entre los tratamiento de fertilización orgánica y el testigo (Steiner). En la grafica 6 se puede observar que los promedios de peso fresco de raíz de los tratamientos testigo Steiner (17.33 g) y lixiviado de vermicompost (12.66 g) son estadísticamente similares. Sin embargo el tratamiento testigo Steiner fue significativamente superior a los tratamiento té de compost y de vermicompost los cuales obtuvieron un valor de 9.33 g. Estos resultados indican que la fertilización orgánica puede reemplazar o sustituir a la fertilización química, ya que sus resultados medidos con la variable peso fresco de raíz son similares.

Estos resultados difieren a los obtenidos por García (2014) al evaluar los caracteres agronómicos de chile Jalapeño (*Capsicum annuum L.*) en Invernadero, al aplicar mastergrow (fertilizante inorgánico foliar), el cual presenta un peso fresco de raíz de 12.58 g con el tratamiento 4 solución nutritiva (Steiner). Mientras que en

el presente trabajo se obtuvo un mejor resultado, 17.33 g, con la solución nutritiva (Steiner).



¹Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa de acuerdo a (Tukey $p \leq 0.05$). C.V 25.55 %

Figura 6. Peso fresco de raíz (g) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

4.7.2. Peso fresco de tallo

En la Figura 7 se presentan los promedios de peso fresco de tallo del híbrido SV0045HJ en los diferentes tratamientos de fertilización orgánica evaluados. El análisis de varianza realizado para la variable peso fresco de tallo no mostró diferencias significativas entre los tratamiento de fertilización orgánica y el testigo (Steiner), como se se puede observar en la grafica, los promedios de peso fresco

de tallo fueron el testigo Steiner de 20.66 g, té de vermicompost 17.33 g, té de compost 14.66 g y lixiviado de vermicompost 14.66 g.

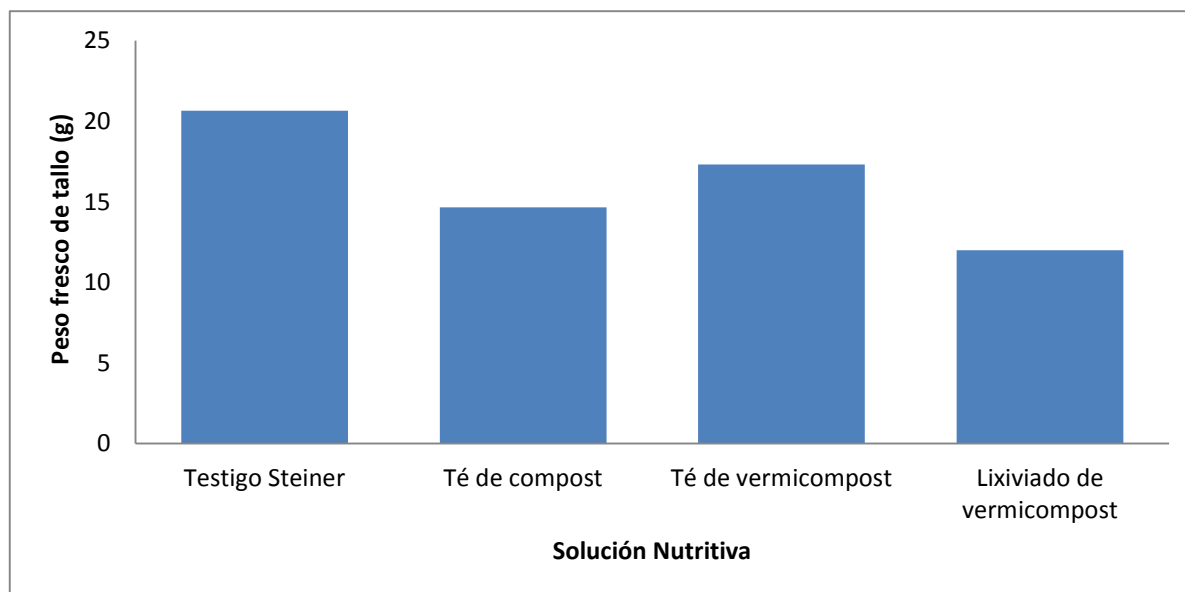


Figura 7. Peso fresco de tallo (g) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

4.7.3. Peso fresco de hoja

En la Figura 8 se presentan los promedios de peso fresco de hoja del híbrido SV0045HJ en los diferentes tratamientos de fertilización orgánica evaluados. El análisis de varianza realizado para la variable peso fresco de hoja no mostró diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización orgánica y el testigo (Steiner). En la grafica 8 se puede observar que los promedios de peso fresco de

hoja de los tratamientos fueron para testigo Steiner (33.33 g), té de compost (30.66 g), té de vermicompost (30 g) y lixiviado de vermicompost (24.66 g) no fueron estadísticamente diferentes.

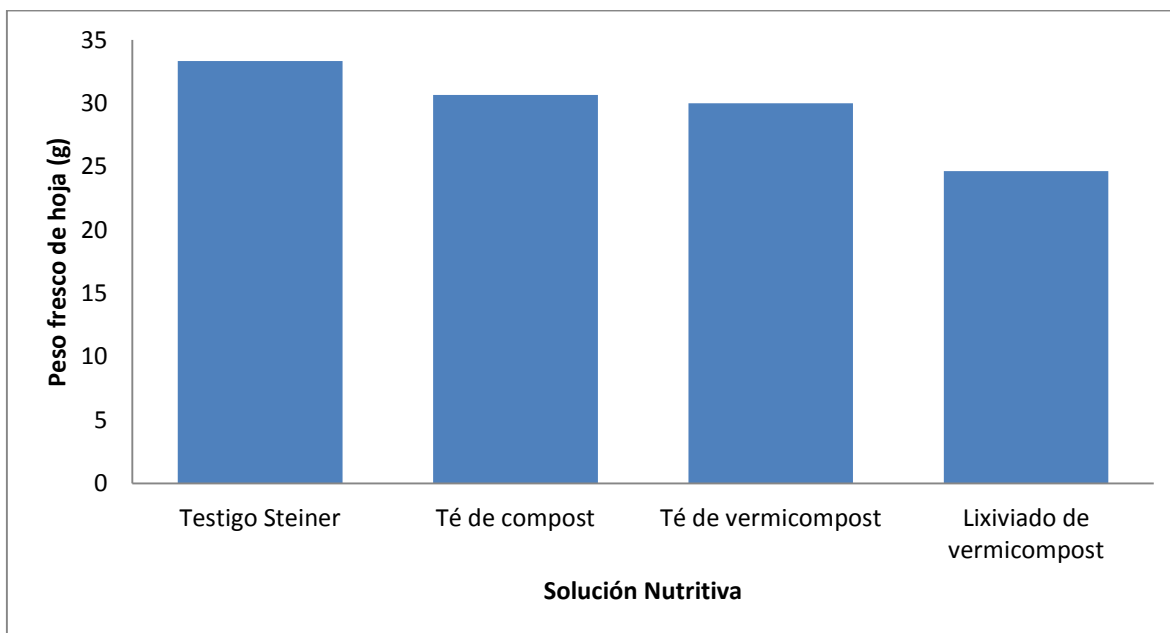


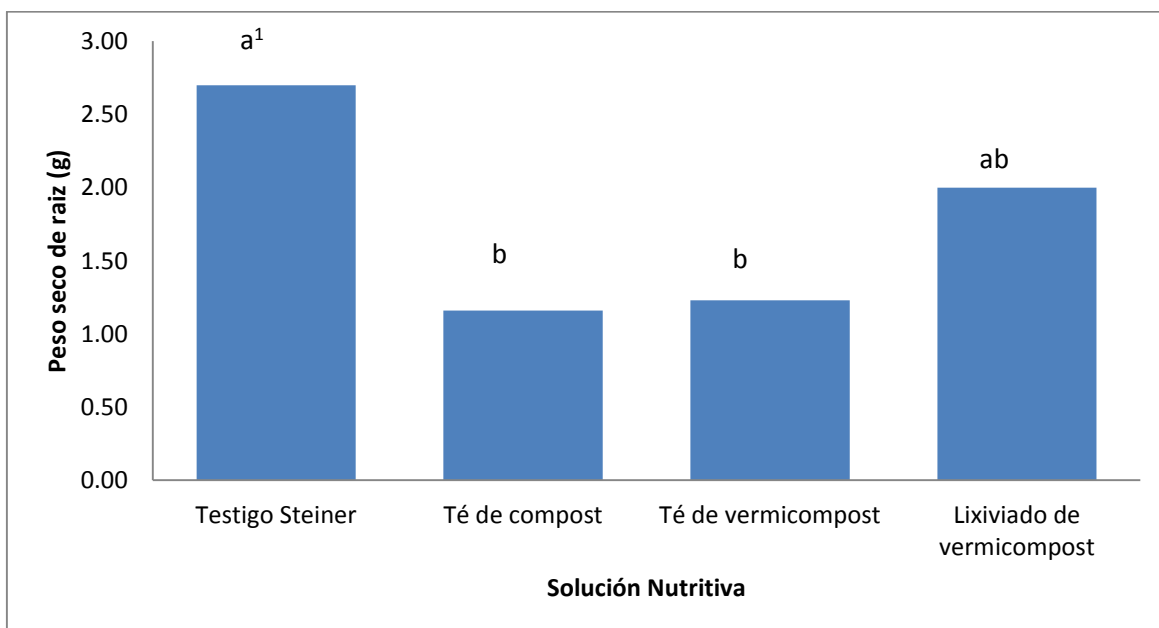
Figura 8. Peso fresco de hoja (g) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

4.7.4. Peso seco de raíz

En la Figura 9 se presentan los promedios de peso seco de raíz del híbrido SV0045HJ en los diferentes tratamientos de fertilización orgánica evaluados. El análisis de varianza realizado para la variable peso seco de raíz indicó diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización orgánica y el testigo (Steiner). En esta grafica se puede observar que los promedios de peso seco de raíz de los tratamientos testigo Steiner (2.70 g) y lixiviado de vermicompost (2.0 g) fueron

similares. Sin embargo el tratamiento testigo Steiner fue significativamente superior al tratamiento té de vermicompost con 1.23 g y té de compost con 1.16 g.

Los resultados del presente trabajo fueron superiores a los obtenidos por Ríos (2014) quien evaluó la productividad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con manejo orgánico o convencional, trabajo en el cual obtuvo un menor peso seco de raíz con 0.72 g con el tratamiento orgánico (lombricomposta). Mientras que en el presente trabajo el mayor peso seco de raíz se obtuvo con el testigo, solución nutritiva Steiner con 2.70 gr.



¹ Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa de acuerdo a (Tukey $p \leq 0.05$). C.V 32.77 %

Figura 9. Peso seco de raíz (g) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

4.7.5. Peso seco de tallo

En la Figura 10 se presentan los promedios de peso seco de tallo del híbrido SV0045HJ en los diferentes tratamientos de fertilización orgánica evaluados. El análisis de varianza realizado para la variable peso seco de hoja no mostró diferencias significativas entre los tratamiento de fertilización orgánica y el testigo (Steiner). En la grafica se puede observar que los promedios de peso seco de hoja de los tratamientos testigo Steiner (3.83 g), té de vermicompost (3.36 g), té de compost (2.93 g) y lixiviado de vermicompost (2.63 g).

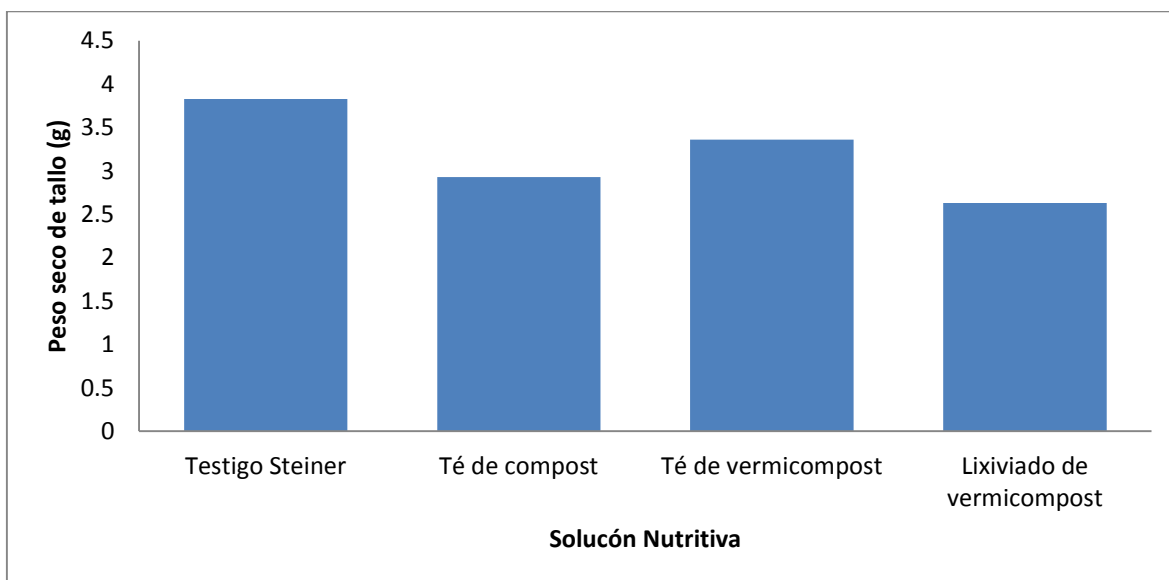


Figura 10. Peso seco de tallo (g) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

4.7.6. Peso seco de hoja

En la Figura 11 se presentan los promedios de peso seco de hoja del híbrido SV0045HJ en los diferentes tratamientos de fertilización orgánica evaluados. El análisis de varianza realizado para la variable peso seco de hoja no indicó diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización orgánica y el testigo (Steiner).

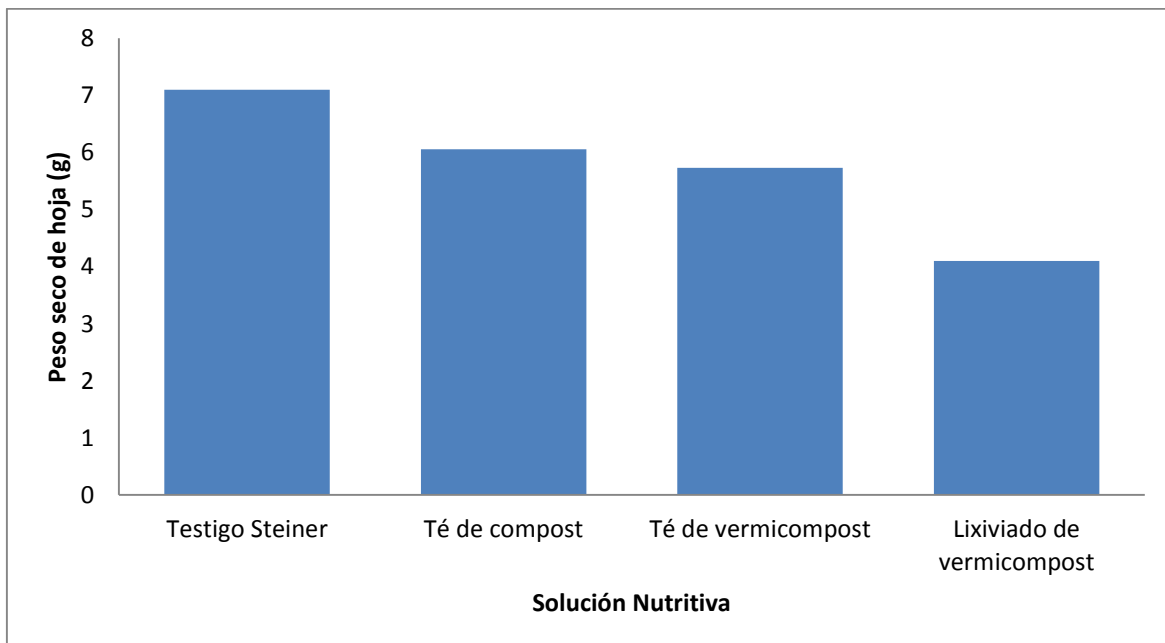


Figura 11. Peso seco de hoja (g) resultado de la determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

V CONCLUSIONES

La solución orgánica a base de té de compost presentó los mejores resultados para las variables, rendimiento y longitud de fruto. Mientras que la solución de Steiner obtuvo mejores resultados para diámetro ecuatorial, peso fresco y seco de raíz.

En la variable altura de planta se obtuvieron resultados sin diferencia significativa entre tratamientos, lo cual sugiere que las plantas crecieron de forma similar.

Los resultados expuestos anteriormente indican que la fertilización orgánica puede ser una alternativa viable para la reducción de costos al prescindir de la fertilización química, en particular en este trabajo, el té de compost puede considerarse una alternativa económica viable y amigable con el ambiente en los sistemas de producción intensivos debido a su bajo costo.

VI BIBLIOGRAFÍA

1. Abarca, S. J. 2007. Producción de hortalizas a cielo y bajo protección. Pesa, México. pp. 16.
2. Acuña, V. J. Esquivel, F. D. y Valverde, S. F. 2002. Proyecto de investigación de la agricultura orgánica. Universidad Nacional de Costa Rica.
3. Aguirézaval, L. A., G. A. Orioli, L. F. Hernández, V. R. Pereyra, y J. P. Miravé. 1996. Girasol. Aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento. 127 p.
4. Alejandro, M., Ríos y José, A., Alayón, G., (2014, en Productividad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con manejo orgánico o convencional en Calakmul, Campeche, México
5. Ansorena, M., J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Ediciones

- Mundi-Prensa. p 107. p 109.
6. Antón, A., Montero J. I. Muñoz P. A. 1996. Necesidades de agua del cultivo de tomate en invernadero. Comparación con el cultivo al aire libre, pp. 369-374.
 7. Arena, H. G. 2007, Producción de plántula de chile jalapeño, tesis de licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, pp. 12.
 8. Aquino, B. G. (2014). Producción hidropónica tomate bola (*Lycopersicon esculentum mil.* Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad laguna. División Agronómica. Torreón, Coahuila, Mexico. Pp. 58-59.
 9. Azoifeifa, A. y Moreira, M. (2008). Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. Cv. hot) en Alajuela, Costa Rica. Agron. Costarricense 32(1): 19-29
 10. Beltrán, F. A., García, H. J.L., Valdez R., Murillo B., Troyo E., Larrinaga J., Ruiz F., Fenech L. y García F. 2005. Efectos de sistemas de labranza e incorporación de abono verde en la recuperación de un yermosol haplico. Terra Latinoamericana 23: 381-387.
 11. Bongcam, V. E. 2003. Guía para compostaje y manejo. Serie Ciencia y Tecnología No 110. Editorial CAB. Bogotá, Colombia.
 12. Bures, S. 1997. Introducción a los sustratos. Aspectos Generales. En: Tecnología de sustratos. Aplicación a la producción viverística, ornamental, hortícola y forestal. Narciso Pastor Sáez. Coordinador. Ediciones de la Universidad de Lleida. p 19.
 13. Butler, D. M., N. M. Ranells, D. H. Franklin, M. H Poore, and J. T. Creen. 2007. Ground cover impacts on nitrogen export from manured riparian pasture. J. Environ. Qual. 36: 155-162.
 14. Cabrera, R I. 1999. Propiedades, uso y manejos de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. Rev. Chapingo S. Horticultura 5:5 – 11.
 15. Capulín, G., Núñez, E., Sánchez, J., Martínez, G.; Soto, H. 2005. Producción de jitomate con estiércol líquido de bovino acidulado con ácidos orgánicos e inorgánicos. *Terra Latinoam.* 23: Pp 241-247.
 16. Catalán, V. E, *et al.*, 2007, fertilización y riego del cultivo de chile en la región lagunera, CENID-RASPA, Gómez Palacio Durango México, pp. 2-24.
 17. Codex alimentarius. 1999. Guidelines for the production, processing, labeling and marketing of organic produced products. GL-32-1999. Rev. 2001.
 18. Comisión Nacional del Agua. (CAN). 2002. Gerencia regional. Cuencas

- centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón Coahuila.
19. Delgado, A. 1999. El cultivo del pimiento en levante Almeriense en técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos. Caja rural de Almería. Pp. 15.
 20. Dixon, G and Walsh, U. 1998. Suppression of plant pathogens by organic extracts a review. *Acta Hort.* 469: Pp 383-390.
 21. Edwards, A., Norman, Q., Arancon., Tse Chi Kai., and David Ellery 2006. Soil Ecology Laboratory, The Ohio State University, Columbus, OH, USA.
 22. Espinoza, M. 2011. Respuesta del chile Huacle (*Capsicum spp*) a cuatro soluciones nutritivas en cultivo sin suelo y bajo invernadero. Tesis, Maestro en Ciencias. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México. Pp 62
 23. Favela, ES; Preciado, RP; Benavides, MA. 2006. Manual para preparar soluciones nutritivas. UAAAN.
 24. Ferreira, C. C. 2002. El CO₂ elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación Interregional de Investigación y Experimentación Hortícola.
 25. FAOSTAT. 2014. Base de datos de estadísticas agrícolas. Disponible en <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S> Fecha de consulta: (09/03/2015).
 26. Fortis, Hernández, Manuel. Sánchez Tapia. Preciado Rangel Pablo. Salazar, Sosa, Enríquez. Segura Castruita Miguel A. Orozco Vidal, Jorge A. Chavarría, Galicia, José A. Valencia, Trejo, Radames. (2013). Sustratos orgánicos tratados para producción de pepino (*Cucumis sativus*) bajo sistema protegido. Instituto Tecnológico de Torreón. (ITT), DEPI Torreón Coahuila
 27. García José L., Hernández, Ricardo, Valdez Cepeda. D, Rodríguez Ortiz J.C., E. O. Rueda-Puente, Servín Villegas Rosalía, Beltrán Morales Félix A. 2006 Agricultura Sustentable en Baja California Sur: Indicadores de Calidad en Agricultura Orgánica.
 28. García Pérez, J. B., & M.V, R. D. A. (2014). Evaluación de Caracteres Agronómicos al Aplicar Mastergrow en Chile Jalapeño (*Capsicum annum L.*) en Invernadero.
 29. Gertsson, U.E. 1995. Nutrient uptake by tomatoes grown in hydroponics. *Acta Hort.* 401: 351-356.
 30. Gómez, A. 2000. Agricultura Orgánica en el Codex Alimentarius. Seminario

- Protección del Consumidor desde las ONG's y el Codex Alimentarius. CEADU. Montevideo. <http://internet.com.uy/rusinek/tf/04agroecologia/agr01.htm>. Fecha de consulta 30 de octubre del 2011
31. Gómez, M. *et al.* (coords). 2003. Producción, comercialización y certificación de la agricultura orgánica en América Latina. CIESTAAM y AUNA, Chapingo, México. 291p.
 32. Gómez, T. L., Gómez, C. M. 2003. Agricultura orgánica en México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 19 p.
 33. Granatstein, D. 1999. The Compost Connection For Western Agriculture. No. 8 Cooperative Extensión Washington State University. Center for Sustaining Agriculture and Natural Resources.
 34. Hernández, D. M. I. Chaulloux, L. M. y Ojeda, V. A. 2006. Cultivo protegido de las Hortalizas, Ciencia Tecnológica. pp. 25.
 35. Ho, L. C. y P. Adams. 1995. Nutrient uptake and distribution in relation to crop quality. *Acta Hort.* 396: 33-44.
 36. Ikeda H, Koohakan P, Jaenaksorn T. (2002) Problems and countermeasures in the re-use of the nutrient solution in soilless production. *Acta Hort.* 578: 213-219.
 37. Ingham, R., E, 2002. The compost Tea Brewing Manual. Lastes Recipes Methods and Research. Cuarta Edición. Corvallis, Oregon.
 38. Ingham, R., E, 2003. The compost Tea Brewing Manual. Lastes Recipes Methods and Research. Cuarta Edición. Corvallis, Oregon.
 39. Ingham, E. R. 2005. The compost tea brewing manual. In: Soil foodweb 5a. Edition. Corvallis, OR, USA. Pp. 65-79
 40. Jaramillo, 1999. Tomate bajo invernadero. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. pp. 1-22.
 41. Juárez, Ma. J. Baca, G.A. Navarro, L.A. García, P. Torres, J.L. Castellanos, J.S. 2006. Propuestas para la formulación de soluciones nutritivas en estudios de nutrición vegetal. *Interciencia.* 31:246-253.
 42. Labrador, J. 1996. La Materia orgánica en los Agrosistemas. Mundi–Prensa. Madrid, España. Pp 150
 43. Lara, H.A. 1999. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra.* 17: 221-229.

44. Larena, B. F., y Barrios, C. O. 2004. Construcción de invernadero, Santiago, Chile. pp. 4.
45. Langlé, L. A. 2011. Respuesta de chile Huacle (*Capsicum spp*) a diferentes densidades de plantación y podas bajo manejo intensivo de invernadero. Tesis de maestría en ciencias en conservación y aprovechamiento de los recursos naturales. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México. Pp 43
46. Lemaire, F. 1997. The problema of the biostability in organic substrates Acta Hortic. 450: 63-69.
47. López, J. D. 2003. Producción de compost. Universidad Juárez del Estado de Durango. Tesis de Licenciatura. México. Pp. 63- 84.
48. Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. 2nd. ed. Academic Press. London, England. p. 889.
49. Melgarejo, R., M. y I. Ballesteros M., 1997. Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y nutricionales del humus de lombriz y composta. Derivados de diferentes sustratos. Universidad Nacional de Colombi. Revista Colombiana de Química. 26: 3-7.
50. Morán, S. 2008. Caracterización biológica de chiles criollos (*Capsicum annum L*) del sur del estado de Puebla. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo. De México. Pp 98
51. Morel, P. Poncet L, Riviere L 2000 Les Supports de Culture Horticoles. Les Materiaux Complementaires et Alternatifs a la Tourbe INRA. Paris 87 p.
52. Moreno, C. y Moral, R. 2006. Compostaje. Editorial Mundi-Prensa, Madrid. Pp 120
53. Moreno, E., Russián, T., & Ruiz, C. (2012). Uso de la poda para extender el ciclo productivo del cultivo de pimentón (*Capsicum annum L.*). *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(3), 559-562.
54. Muñoz, R J. J. 2003. El cultivo de tomate en invernadero. P. 226-262. En J.J Muñoz Ramos y J.Z Castellanos (Eds) Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México.
55. Muñoz, R. J. J. 2004. Manejo del cultivo de pimiento en invernadero. Pp. 257-281. En: J. Z. Castellanos (Ed.). Manual de producción hortícola en invernadero. 2ª Edición. Ed. ITAGRI. México.
56. Muñoz., M.A.V., H.M.R (2014) uso de composta en la produccion de chile jalapeño (*Capsicum annum .L*) bajo condiciones de invernadero. Gomez Palacio Durango Mexico Pp 9.

57. Navarro, 2008. Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* var. *Annuum*) en el estado de Tabasco México.
58. Nazario, A., O. (2013). Soluciones nutritivas orgánicas en la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero. Tesis de licenciatura de ingeniero agrónomo en horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México. Pp 38-39.
59. Nieto, A., Murillo B., Troyo E., Larrinaga J., García, H. J. L. 2002. El uso de composta como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. *Internacional* 27: 417- 421.
60. Nuez, F., Gil, R., Costa, J. 2003. El cultivo de pimientos, chile y ajíes. Mundi-Prensa. Madrid. 607 p.
61. Ochoa, M. E. 2007. Té de composta en la producción de cultivo de tomate en invernadero, Tesis Maestría en Ciencias en Suelos. Instituto Tecnológico de Torreón.
62. Pastor, S. J. N. 2000. Utilización de sustratos en viveros. *Terra* 17: 213- 235.
63. Pedraza R. L. Y Gómez A. 2008 análisis exportación del mercado y la comercialización del chile piquín (*C. annum* var, *aviculare* Dierb.) Chapingo México.
64. Pérez, M. G. 1998, Mejoramiento genético de hortalizas, Universidad Autónoma Chapingo, MUNDI PRENSA México, S.A de S.V, 118-119.
65. Preciado, P., Sánchez, F., Velazco, V., Frías, J., Fortis, M., García, J., Rueda, E., Márquez, C. (2010). Soluciones nutritivas preparadas con fuentes orgánicas de fertilización. Tesis de Licenciatura Universidad Juárez del estado de Durango. Durango, México. Pp 259-280.
66. Preciado, P. R.; Fortis, M. H.; Garcia J.S. H.; Rueda, E. P.; Esparza, J. R. R.; Lara, A. H.; Segura, M. A. C.; Orozco, J. V. (2011) Evaluación de soluciones nutritivas orgánica en la producción de tomate en invernadero. p. 691.
67. Preciado, R.P. Baca-Castillo, G.A. Tirado-Torres, J.L. Kohashi-Shibata, J. Tijerina-Chávez, L. Martínez-Garza, A. 2003. Presión osmótica de la solución nutritiva y la producción de plántulas de melón. *Terra Latinoamericana* 21:461-470.
68. Preciado R. P., Lara-Herrera A., Segura C. M. A., Rueda P. E. O., Orozco V. J.A., Yescas C. P. y Montemayor T. J. A. 2008. Amonio y fosfato en el crecimiento de plántulas de chile jalapeño. *Terra* 26: 37-42.

69. Ramírez, V. J. 2002. Agrobiología. Manejo integrado de la mosquita blanca de la hoja Plateada. Producción y comercialización de productos orgánicos.
70. Ramírez, Cruz, E. B. E. L., & Preciado Rangel, d. p. (2014). Fertilización orgánica de chile jalapeño (*Capsicum annum L.*) bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura de ingeniero agrónomo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. Pp 41-42.
71. Ramos, LC, Alcántara GG, Galvis SA, Peña LA, Martínez GA (2002) Eficiencia de uso del nitrógeno en tomate de cáscara en Fertirriego. Terra Latinoamericana. 20: 465-469.
72. Requejo, L. P., Escobedo, B. L. y García, O. H. 2004. Producción de Tomate bajo el cultivo sin suelo. (production and quality of tomoto in soilless cultura), pp. 7 y 8.
73. Riddle, J.A., J.E. Ford. 2000. Manual Internacional de Inspección Orgánica. International Federation of Organic Agriculture Movements. Tholey-Theley, Alemania Independent Organic Inspectors Association. Broadus, MT, Estados Unidos de Norteamerica.
74. Ríos, A. M., & Gamboa, J. A. A. (2014). Productividad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum L.*) con manejo orgánico o convencional en Calakmul, Campeche, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(3), 35-40.
75. Rippy, J. F. M; Peet, M. M.; Louis, F. J.; Nelson, P.V. 2004. Plant development and harvest yield of grenhouse tomatoes in six organic growing sytems. Hortscience. 39: 223 – 229.
76. Riveros, A. 2010.Inducción de Resistencia de las Plantas. Interacción: Planta-Patógeno. Universidad de Tolima Ibagué. San José C.R. Pp 35-37.
77. Rodríguez, D. M. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis, Maestría, UAAANUL, Torreón, Coahuila, México, 81p.
78. Rodríguez, P. A., e Ibarra, J. L. 1991. Semiforzados de cultivos mediante el uso de plásticos. Editorial, Luminosa, S.A. de C.V. PP. 13.
79. Ruiz F., J. F. 1996. Agricultura Orgánica: Una opción sustentable para el agro mexicano. Universidad Autónoma Chapingo, 164.
80. Ruiz. 2007, El cultivo de chile en México y el mendo, (articulo científico),

- fundación produce Oaxaca México. P 3.
81. Sahota, Amarjit. 2004. Overview of the global market for organic food and drink. En: The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2004. IFOAM, FIBL, SÖL, Germany, pp. 21-26.
 82. SALAZAR-SOSA., E.; TREJO-ESCAÑERO., H. I.; VÁZQUEZ-VÁZQUEZ, C.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla con aplicaciones de estiércol bovino. Revista Internacional de Botánica Experimental 76: 169-185.
 83. Salgado, A. G. 2003, chile verde, Baja California Sur, PP 19-52.
 84. Salinas, H. G, *et al.*, 2009, Tecnología de nutrición de chile para deshidratar, Nazas Durango, pp.
 85. Salter, C. 2004. Compost Tea – Rebuilding Soil & Plant Biological Health. New México Recycling Coalition Conference.
 86. Samperio, R. G. 1999. Hidroponía básica. El cultivo fácil y rentable de plantas sin tierra. pp. 35, 38 y 45.
 87. Sánchez, H. J. 2003, Evaluación de tomate bajo condiciones de invernadero en Dosis de vermicomposta en primavera-verano en la comarca lagunera, Tesis de licenciatura, UAAAN- UL, Torreón Coahuila, México, p. 58.
 88. Scheurell, S., Mahaffee, W. F. 2004. Compost tea as a container media drench for suppressing seedling damping-off caused by *pythium ultimum*. *Phytopathology*. 94:1156-1163.
 89. Scullion, J.; Eason, W. R.; Scott, E. P. 1998. The effectivity of arbuscular mycorrhizal fungi from high input conventional and organic grassland and grass-arable rotations. *Plant Soil* 204, 243-254.
 90. Serrano, C. Z. 2002. Construcción de invernaderos. 2da. Edición. Editorial Mundi Prensa, pp. 41 y 42.
 91. Shany, M. 2004. Producción de hortalizas en condiciones tecnificadas, pp 3 y 4.
 92. SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP). 2010. www.siap.gob.mx. Consultada en octubre de 2010.
 93. Smith, K. 2011. Build maintain and use compost system: secrets and technigues you need to know to grow the best vegetables. Atlantic Publishing Group, Inc. Florida, USA. Pp 25-33.
 94. Steiner, A.A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant Soil*. 15:134-154.

95. Steiner, AA (1968) Soilless culture. En Proc. 6th Colloq. Int. Potash Inst. Florence, Italy. pp. 324-341.
96. Steiner, A.A. 1984. The universal nutrient solution. pp. 633-650. *In: Proceedings 6th International Congress on Soilles Culture*. Wageningen. The Netherlands.
97. Toyas, A., R. S 1992. La agricultura orgánica: una alternativa de producción para pequeñas zonas agrícolas. Los cabos, Baja California Sur. México. Tesis Profesional Universidad de Baja California Sur. 145 P.
98. Unver, I. Ataman Y, Canga M R, Munzus N. 1989. Buffering capacities of some mineral and organic subtrates. *Acta Horti*. 238:83-97.
99. Villegas, T.O.G., Sánchez, G.P., Baca, C.G.A., Rodríguez, M.M.N., Trejo, C., Sandoval, V.M y Cárdenas, S.E. 2005. Crecimiento y estado nutrimental de plántulas de tomate en soluciones nutritivas con diferente concentración de calcio y potencial osmótico. *Terra Latinoamericana*. 23:1:49-56.
100. Villegas, B. M. 1969. Rendimiento y calidad de 18 variedades de sandía en tres fechas de siembra de la Comarca Lagunera. *Inf de Invest. Agric. CIANE-Laguna*. Pp. 40-45.
101. Willer Helga and Minou Yussefi. 2004. The world of organic agriculture. *Statistics and emerging trends 2004*. IFOAM, FIBL, SÖL, Germany, 167p.

VII APÉNDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza para la variable altura de la planta en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamiento	3	260.8750000	86.95833333	2.36	0.0938
Repetición	9	356.1250000	39.56944444	1.07	0.4128
Error	27	995.3750000	36.865741		
Total	39	1612.3750000			
R2	0.38				
C.V	22.38				
Media	27.12				

Cuadro A2. Análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto por planta en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el

periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamiento	3	3671.444444	1223.814815	4.16	0.0165
Repetición	8	1744.222222	218.027778	0.74	0.6550
Error	24	7057.55556	294.06481		
Total	35	12473.22222			
R2	0.43				
C.V	33.44				
Media	51.27				

Cuadro A3. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial de fruto en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamiento	3	1.29375000	0.43125000	3.54	0.0209
Repetición	17	1.03125000	0.06066176	0.50	0.9422
Error	51	6.21375000	0.12183824		
Total	71	8.53875000			
R2	0.27				
C.V	12.52				
Media	2.78				

Cuadro A4. Análisis de varianza para la variable longitud de fruto en el cultivo de chile

jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamiento	3	16.16375000	5.38791667	5.06	0.0038
Repetición	17	23.04125000	1.35536765	1.27	0.2480
Error	51	54.33375000	1.06536765		
Total	71	93.53875000			
R2	0.41				
C.V	13.03				
Media	7.92				

Cuadro A5. Análisis de varianza para la variable grosor de pulpa en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamiento	3	0.01444444	0.00481481	0.85	0.4756
Repetición	17	0.07277778	0.00428105	0.75	0.7362
Error	51	0.29055556	0.00569717		
Total correcto	71	0.37777778			
R2	0.23				
C.V	16.56				
Media	0.45				

Cuadro A6. Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamiento	3	129.0000000	43.0000000	4.45	0.0571
Repetición	2	24.6666667	12.3333333	1.28	0.3454
Error	6	58.0000000	9.6666667		
Total	11	211.6666667			
R2	0.72				
C.V	25.55				
Media	12.16				

Cuadro A7. Análisis de varianza para la variable peso fresco de tallo en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamiento	3	123.6666667	41.2222222	0.77	0.5493
Repetición	2	152.6666667	76.3333333	1.43	0.3097
Error	6	319.3333333	53.2222222		
Total	11	595.6666667			
R2	0.46				
C.V	45.12				
Media	16.16				

Cuadro A8. Análisis de varianza para la variable peso fresco de hoja en el cultivo de chile

jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamiento	3	118.6666667	39.5555556	0.42	0.7465
Repetición	2	24.6666667	12.3333333	0.13	0.8801
Error	6	567.3333333	94.5555556		
Total	11	710.6666667			
R2	0.20				
C.V	32.77				
Media	29.66				

Cuadro A9. Análisis de varianza para la variable peso seco de raíz en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamiento	3	4.70916667	1.56972222	5.65	0.0351
Repetición	2	0.04500000	0.02250000	0.08	0.9233
Error	6	1.66833333	0.27805556		
Total	11	6.42250000			
R2	0.74				
C.V	29.70				
Media	1.77				

Cuadro A10. Análisis de varianza para la variable peso seco de tallo en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamiento	3	2.46250000	0.82083333	0.31	0.8189
Repetición	2	5.38166667	2.69083333	1.01	0.4183
Error	6	15.96500000	2.66083333		
Total correcto	11	23.80916667			
R2	0.32				
C.V	51.10				
Media	3.19				

Cuadro A11. Análisis de varianza para la variable peso seco de hoja en el cultivo de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero durante el periodo mayo-septiembre (2014) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Tratamiento	3	13.93666667	4.64555556	2.13	0.1975
Repetición	2	2.54000000	1.27000000	0.58	0.5870
Error	6	13.07333333	2.17888889		
Total	11	29.55000000			
R2	0.55				
C.V	25.67				
Media	5.75				