

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**FERTILIZACIÓN ORGÁNICA DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum Annuum* L.)
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA.**

POR:

EBEL RAMÍREZ CRUZ

TESIS:

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México.

Diciembre de 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

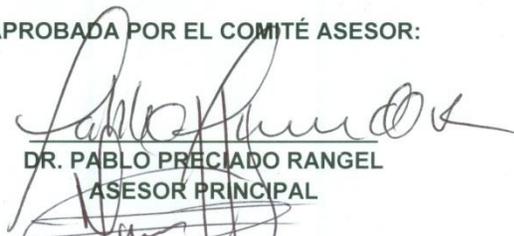
FERTILIZACIÓN ORGÁNICA DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.)
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA.

TESIS DE EBEL RAMÍREZ CRUZ

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

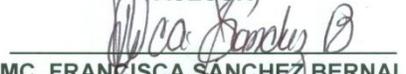
APROBADA POR EL COMITÉ ASESOR:



DR. PABLO PRECIADO RANGEL
ASESOR PRINCIPAL



DR. MANUEL FORTIS HERNÁNDEZ
ASESOR



MC. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL
ASESOR



ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
ASESOR



DR. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

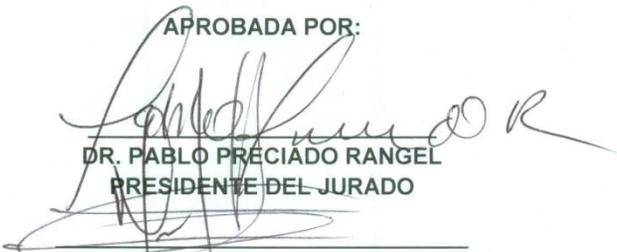
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.)
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA.

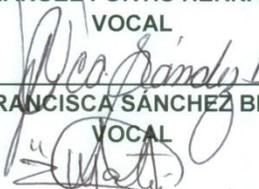
TESIS QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:


DR. PABLO PRECIADO RANGEL
PRESIDENTE DEL JURADO

DR. MANUEL FORTIS HERNÁNDEZ
VOCAL


MC. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL
VOCAL

ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
VOCAL SUPLENTE


DR. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2012.

AGRADECIMIENTO

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 y medio, donde gracias a DIOS pude lograr uno más de mis objetivos.

Con todo respeto que se merece el Dr. Pablo Preciado Rangel, 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 MC Francisca Sánchez Bernal Gracias por su completa disposición y el apoyo en la revisión del presente trabajo.

Dr. Manuel Fortis Hernández, por apoyarme en la realización de este trabajo, al Dr. Alejandro Moreno Reséndez, por haberme facilitado material de trabajo.

Al ME. Víctor Martínez Cueto le agradezco el tiempo dedicado para la revisión del presente trabajo.

A todos mis compañeros que me brindaron su amistad y fueron de gran apoyo en mi estancia en esta Universidad.

DEDICATORIAS

Este trabajo se lo dedico a mi **MADRE Imelda Cruz Chávez** ya que ha sido padre y madre a la misma vez es una mujer trabajadora, que se ha esforzado por sacar adelante una numerosa familia de hermanos ella sola, sin duda alguna es un ejemplo a seguir, le doy las GRACIAS por que en todo momento de mi carrera me apoyo incondicionalmente.

A mis hermanos

Por todos los momentos buenos y malos compartidos con ellos y por todo el apoyo brindado durante mi formación, gracias por la confianza que me tienen y por su amistad.

Claudio Tornez Cruz, Pablo Tornez Cruz, Rubén Tornez Cruz, Cupertino Tornez Cruz, Macario Tornez Cruz, Evadió Tornez Cruz, Luis Alberto Ramírez Cruz e Irving Ramírez Cruz.

A mis sobrinos Jacciri Tornez Garcia, Maria del Rosario Tornez Palacio, Rubén Tornez Palacio, Carlos Tornez Palacio y Jocelin Tornez Palacio.

INDICE DE CONTENIDO

| Contenido | pág. |
|---|-------------|
| AGRADECIMIENTOS..... | I |
| DEDICATORIAS..... | II |
| INDICE..... | III |
| INDICE DE CUADROS..... | VII |
| INDICE DE FIGURAS..... | VIII |
| RESUMEN..... | IX |
| I. INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1 Objetivo..... | 3 |
| 1.2 Hipótesis..... | 3 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 4 |
| 2.1 Origen del chile jalapeño..... | 4 |
| 2.2 Importancia económica..... | 4 |
| 2.3 Importancia del cultivo de chile..... | 5 |
| 2.3.1 Importancia a nivel mundial..... | 5 |
| 2.3.2 Importancia a nivel nacional..... | 6 |
| 2.3.3 Importancia a nivel regional..... | 7 |
| 2.4 Clasificación taxonómica..... | 8 |
| 2.5 Descripción botánica..... | 9 |
| 2.5.1 Raíz..... | 9 |
| 2.5.2 Ramas..... | 9 |
| 2.5.3 Hojas..... | 9 |

| | |
|--|----|
| 2.5.4 Flores..... | 9 |
| 2.5.5 Frutos..... | 10 |
| 2.6 Requerimientos nutricionales del cultivo de chile jalapeño..... | 10 |
| 2.7 Requerimientos climáticos..... | 11 |
| 2.7.1 Temperatura..... | 11 |
| 2.7.2 Humedad relativa..... | 11 |
| 2.7.3 Luz..... | 12 |
| 2.7.4 Contenido de Co ₂ en el aire..... | 12 |
| 2.8 Agricultura orgánica..... | 12 |
| 2.8.1 Importancia de la agricultura orgánica..... | 13 |
| 2.8.2 La agricultura orgánica en el mundo..... | 14 |
| 2.8.3 Agricultura orgánica en México..... | 14 |
| 2.9 Abonos orgánicos..... | 15 |
| 2.10 Té de vermicompost..... | 16 |
| 2.10.1 Producción de extractos acuosos de vermicompost de lombriz o té.. | 17 |
| 2.10.2 Usos de los tés de vermicompost..... | 17 |
| 2.10.3 Beneficios del té de vermicompost..... | 17 |
| 2.11 Acuaponia..... | 20 |
| 2.12 Algas-enzimas..... | 20 |
| 2.13 Solución Nutritiva..... | 22 |
| 2.13.1 El Ph de la solución nutritiva..... | 23 |

| | |
|--|----|
| 2.13.2 Presión osmótica..... | 23 |
| 2.13.3 Relación mutua entre aniones..... | 24 |
| 2.13.4 Relaciones mutuas entre aniones y cationes..... | 24 |
| 2.14 Sustratos..... | 25 |
| 2.14.1 Generalidades del sustrato..... | 26 |
| 2.14.2 Perlita..... | 26 |
| 2.15 Producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero..... | 27 |
| 2.15.1 Generalidades de los invernaderos..... | 29 |
| 2.15.2 Uso de los invernaderos..... | 29 |
| 2.15.3 Ventajas y desventajas en el uso de invernaderos..... | 30 |
| III. MATERIALES Y METODOS..... | 32 |
| 3.1 Localización del experimento..... | 32 |
| 3.2 Condiciones de invernadero..... | 32 |
| 3.3 Material experimental..... | 32 |
| 3.4 Preparación de la solución nutritiva..... | 34 |
| 3.5 Diseño experimental..... | 35 |
| 3.6 Riegos..... | 36 |
| 3.7 Variables evaluadas..... | 36 |
| 3.7.1 Altura de la planta..... | 36 |
| 3.7.2 Diámetro del tallo..... | 36 |
| 3.7.3 Numero de hojas..... | 37 |

| | | |
|-------|-----------------------------|----|
| 3.7.4 | Peso del fruto..... | 37 |
| 3.7.5 | Longitud del fruto..... | 37 |
| 3.7.6 | Diámetro del fruto..... | 37 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 38 |
| 4.1 | Diámetro del tallo..... | 38 |
| 4.2 | Número de hojas..... | 39 |
| 4.3 | Altura de la planta..... | 40 |
| 4.4 | Longitud del fruto..... | 41 |
| 4.5 | Peso del fruto..... | 42 |
| 4.6 | Diámetro del fruto..... | 44 |
| 4.7 | Rendimiento..... | 45 |
| V. | CONCLUSIÓN..... | 46 |
| VI. | BIBLIOGRAFIA..... | 47 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| CUADRO 1. Estados y Productos Orgánicos en México..... | 15 |
| CUADRO 2. Fertilizantes utilizados en la preparación de la solución Nutritiva Steiner..... | 34 |
| CUADRO 3. Análisis del té de vermicompost y el lixiviado utilizad en el experimento..... | 35 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1. Diámetro del tallo en los diferentes tratamientos de soluciones nutritivas evaluadas en chile jalapeño..... | 38 |
| FIGURA 2. Número de hojas en los diferentes tratamientos de soluciones nutritivas evaluadas en chile jalapeño..... | 39 |
| FIGURA 3. Altura de la planta en los diferentes tratamientos de soluciones nutritivas evaluadas en chile jalapeño..... | 41 |
| FIGURA 4. Longitud del fruto en los diferentes tratamientos de soluciones nutritivas evaluadas en chile jalapeño | 42 |
| FIGURA 5. Peso del fruto en los diferentes tratamientos de soluciones nutritivas evaluadas en chile jalapeño | 43 |
| FIGURA 6. Diámetro del fruto en los diferentes tratamientos de soluciones nutritivas evaluadas en chile jalapeño | 44 |
| FIGURA 7. Rendimiento de chile jalapeño en los diferentes tratamientos de soluciones nutritivas evaluadas en chile jalapeño..... | 45 |

RESUMEN

En la producción orgánica se utilizan fuentes orgánicas para la fertilización, las cuales deben ser tratados para eliminación de riesgos microbiológicos y ambientales. En la Comarca Lagunera se produce un exceso de estiércol; con el se puede elaborar el compost y vermicompost y ser utilizados como abonos orgánicos; o en la elaboración de soluciones nutritivas orgánicas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar cinco abonos orgánicos (Té de vermicompost, Té de vermicompost+Algas-enzimas, lixiviado de vermicompost, lixiviado de vermicompost+Algas-enzimas, agua de estanque (acuaponia) y la solución nutritiva Steiner, las respuestas evaluadas consistieron en: altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, peso del fruto, largo del fruto, diámetro del fruto y rendimiento total. El tratamiento con la solución nutritiva Steiner fue la que obtuvo los mayores valores en casi todas las variables con excepción de peso y largo del fruto donde el té de vermicompost+algas-enzimas fue el que obtuvo el mayor valor para estas variables, mientras que el lixiviado obtuvo los menores resultados para todas las variables. El té de vermicompost y el lixiviado pueden considerarse como una alternativa de fertilización para la producción orgánica bajo condiciones de invernadero ya que reducen los costos de producción al disminuir la aplicación de fertilizantes químicos.

Palabras clave: Té de vermicompost, lixiviado, algas-enzimas, acuaponia, Steiner.

I. INTRODUCCIÓN

Los fertilizantes inorgánicos desempeñan un papel fundamental en la nutrición vegetal; sin embargo, la sobre fertilización trae efectos negativos en el ambiente y la salud del hombre (Ruiz, 2004). Estos problemas han provocado la búsqueda de alternativas de producción, los cuales armonicen con el ambiente, sin afectar el rendimiento y la calidad de los frutos (Nieto *et al.*, 2002). Los abonos orgánicos se presentan como una alternativa en la solución de estos problemas (Blackshaw *et al.*, 2001, Agostini *et al.*, 2003) ya que tiene las siguientes ventajas: a) prácticas agrícolas que se armonicen con el ambiente (Altieri, 1999); b) modifica la capacidad de intercambio catiónico e incrementa la disponibilidad de macro y micronutrientes; c) promueven la formación y estabilización agregados, lo que mejora la infiltración y la aeración (García *et al.*, 2000); d) la obtención de productos inocuos (Márquez y Cano, 2004). Ya que no se utilizan fertilizantes ni plaguicidas sintéticos, que puedan ser fuente de contaminación (FAO, 2001). En este sistema de producción, para proveer a los cultivos de los nutrientes necesarios se utilizan fuentes orgánicas propias de la región en nuestro caso que es la Comarca Lagunera los subproductos de la industria ganadera (estiércol) este material debe ser tratado y se puede tener compost (Figuroa, 2007), vermicompost (Rodríguez, *et al.*, 2007), y el lixiviado del vermicompost (Jarecki y Voroney, 2005), estos materiales pueden ser utilizados como abonos y sustratos orgánicos, y también pueden ser utilizadas en la elaboración de una solución nutritiva orgánica (Ochoa, 2007), por lo cual puede adaptarse a sistemas intensivos de producción en invernadero (Rippy, 2004)., ya que en dicho té se

encuentra una gran cantidad de organismos benéficos y nutrientes esenciales en forma iónica (Ingham, 2003), con lo cual se puede nutrir a los cultivos establecidos en este sistema al mismo tiempo que se disminuyen los costos de producción ya que los abonos orgánicos representa una menor inversión, además de que se reorienta la producción hacia una agricultura sustentable (Salter, 2004).

1.1 Objetivo

Evaluar el efecto de soluciones nutritivas preparadas con fuentes orgánicas, sobre el rendimiento del cultivo de chile jalapeño desarrollado en invernadero.

1.2 Hipótesis

El rendimiento del cultivo de chile jalapeño es afectado por la solución nutritiva utilizada.

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. Es considerado el centro de origen de 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 económica

En México, el chile jalapeño es uno de los cultivos de mayor importancia socioeconómica por su amplio consumo. Por año en el país, se siembra alrededor de 40 mil hectáreas, con un rendimiento promedio de 12 toneladas por hectáreas y un volumen de producción de 600 mil toneladas. De esta producción se exporta a los Estados Unidos cerca de 30 mil toneladas (6 por ciento), principalmente en la época que comprende de enero a abril (Lujan, 2011).

Para varios estados del país, el chile es el producto agrícola más importante desde el punto de vista económico por el alto valor de su producción y el impacto social que representa, por la generación de empleos en el medio rural y la actividad económica de otros sectores como los transportistas, procesadoras, proveedores de recursos y prestadores de servicios (Robles 2010).

2.3 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 6.26%. podríamos asegurar que México es el país con mayor producción mundial, al ser el que mayor variedades genéticas de Capsicum posee, sin embargo no es así, 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).

2.3.1 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 destacan cinco países principales. China participa con el 48.6%, seguido de México con 8.1%, Turquía 6.6%, España 4.4% y Estados Unidos 3.8%; estos cinco países concentran el 71.5% de la producción mundial (Ruiz, 2007).

Una característica importante del mercado global de Chile es que los principales países productores no son, a excepción de México y España, los más destacados exportadores, ya que estos destinan casi la totalidad de su producción al mercado interno. En cambio, como países exportadores sobresalen algunos países industrializados, los cuales a su vez suelen ser importantes importadores de este producto, caracterizándose por darle valor agregado al producto al exportarlo, siendo mayormente como enlatado. España, ocupa el primer lugar por su volumen exportado más de 250 mil toneladas, seguido por México, 229 mil toneladas, Holanda, 220 mil toneladas, y USA, 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).

2.3.2 Importancia a Nivel Nacional

El Chile jalapeño se cultiva todo el año en el país; siendo Chihuahua, Sinaloa, Michoacán, Veracruz, Chiapas, y Colima los principales estados productores a nivel nacional, 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 el grueso de la cosecha en el estado productor más importante de este tipo de Chile, 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).

2.3.3 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 superficie, 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 surte principalmente al sector privado y en menor medida al sector social, el cual atenido problema con enfermedades fungosas y virosas a nivel de semilla de origen y a nivel de cultivo de campo, como Fusarium, phythophthora, mosaico del tabaco y mosaico del pepino (Salinas *et al.*, 2009).

En la Región Lagunera este cultivo es de gran importancia económica y social. En el año 2002 en esta región se sembró una superficie total de 979 ha, con una producción de 10,339 ton y un valor cercano a los 29 millones de pesos. Las principales variedades e híbridos de chile jalapeño que se cultivan en la región son: Tula Grande y Perfecto Mitla y la variedad Papaloapan. En cuanto a chile Serrano el híbrido es Tuxtla y la variedad Tampiqueño 74 (Soto, 2003).

2.4 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 annuum* L. la estadística indica que en 1980 se cosecharon alrededor de 940 000 hectáreas de chile verde en el mundo de la 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.....Dycotyledonae

Subclase.....Metachimydeae

Orden.....Tubiflorae

Familia.....Solanaseae

Género.....*Capsicum*.

Especie.....*annuum*

Nombre científico.....*Capsicum annuum* L.

2.5 Descripción botánica.

2.5.1 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 de 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).

2.5.2 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).

2.5.3 Hojas

Las hojas son de color verde oscuro brillante ovado, 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).

2.5.4 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.

2.5.5 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).

2.6 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 necesario en cantidades más pequeñas, los macronutrientes incluyen al carbono (C), hidrogeno (H), oxigeno (O), nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S).

En el grupo de los microelementos se encuentra el fierro (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 Requerimientos climáticos

2.7.1 Temperatura

El ciclo vegetativo de esta planta depende de las variedades, de la temperatura en las diferentes épocas, tales como, 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, a si 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, que se caracteriza por excluir el uso de productos de síntesis química (fertilizantes y plaguicidas en general), organismos modificados genéticamente, aguas negras y radiaciones en los alimentos, es una de las épocas 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 alcanzados en el 2001 (Sahota., 2004). El mercado de los Estados Unidos registra el primer lugar en ventas de productos orgánicos con un valor por 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 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: es su alto contenido de materia orgánica, la cual contiene una serie de microorganismos para la planta, además de una cantidad elevada de nutrientes como N, P, K, Ca, etc. Los abonos orgánicos ideales están libres de patógenos, son inodoros y se obtienen por procesos aerobios y anaerobios. 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 presenta ciertas ventajas:

-Mayor efecto residual, por su lenta liberación.

-Aumento en la capacidad de retención de humedad: a través de su estructura granular, la porosidad y la densidad aparente.

-Forma de complejos orgánicos, con nutrientes que se mantienen en forma aprovechable para las plantas.

-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).

2.10 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 téos 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).

2.10.1 Producción de extractos acuosos de vermicompost de lombriz o 'té'

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 tés 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).

2.10.2 Usos de los tés 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).

2.10.3 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 de té vermicompost mejora la vida del suelo, proveyendo 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:

-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.

-Ocupan los sitios de infección, así incluso si hay presencia de microorganismos fitopatógenos, estos no logran penetrar los tejidos.

-Consumen microorganismos fitopatógenos suprimiéndolos a niveles que no causan enfermedades.

-Producen componentes y metabolitos que inhiben la actividad y crecimientos de los microorganismos fitopatógenos.

2.- El té de vermicompost mejora la nutrición de las plantas y de los microorganismos benéficos:

-Los nutrientes solubles en el té son alimento para los microorganismos, permitiendo que crezcan más rápido, sean más saludables y puedan suprimir enfermedades más rápidamente.

-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.

-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 fertilizantes.

-Permite la detoxificación 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 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 damping-off. 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.

2.11 Acuaponia

La acuaponia se define como la combinación de un sistema de acuicultura recirculante, con la hidroponía (Racocy, 2007). Acuicultura es un conjunto de diferentes estrategias por las cuales se realizan cultivos de organismos acuáticos en ambientes controlados, e Hidroponía como una forma de cultivo de plantas donde sus raíces tienen contacto directo y permanente con soluciones que contiene nutrientes que permiten su crecimiento y desarrollo (Hurtado, 2008).

La acuaponia se utiliza como una fuente de producción de alimentos que incluye la incorporación de peses, plantas y bacterias, organismos de ambientes distintos que nunca se han combinado en un ambiente natural, por lo cual se crea un medio en donde puedan habitar las tres especies diferentes a través de un proceso simbiótico beneficiándose mutuamente a favor de un interés productivo “peces y plantas” (Recocí, 2004). Por lo cual los desechos orgánicos generados por cualquier organismo acuático (quienes pueden ser peces, camarones u otros son convertidos, a través de la acción bacteriana, en nitratos, que sirven como fuente de alimento para las plantas (Van Gorder; 2000, Parker, 2002).

2.12 Alga-Enzimas

La incorporación de algas incrementa las cosechas y favorece la calidad de los frutos básicamente porque se administra a los cultivos no sólo todos los macro y

micronutrientes que requiere la planta, sino también 27 sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento. Dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol así como vitaminas, cerca de 5000 enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas (Crouch y Van Staden, 1992).

Las algas marinas se aplican en la agricultura tal cual, en forma de harina, de extractos y de polvos solubles. Si los derivados son elaborados en la forma apropiada, los organismos vivos que contienen se conservan en estado viable y se propagan por un tiempo donde se aplican potenciando su acción, lo que hace posible la aplicación de dosis muy bajas (Blaine *et al.*, 1990; Crouch y Van Staden, 1992).

Las algas marinas y/o sus derivados mejoran el suelo y vigorizan las plantas incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas, su uso es ya común en muchos países del mundo y, a medida que esta práctica se extienda, irá sustituyendo el uso de los insumos químicos por orgánicos, favoreciendo así la agricultura sustentable (Crouch y Van Staden, 1992)

López *et al.*, (1995) mencionan que, al aplicar foliarmente extractos de algas marinas, las enzimas que éstas contienen refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor). Además, las microalgas cianofitas que los

extractos de algas conllevan, ya sea que se apliquen foliarmente o al suelo, fijan el nitrógeno del aire aún en las no leguminosas (Martínez y Salomón, 1995).
Resultado: plantas más sanas con mejor nutrición y más vigorosas.

2.13 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 una vez establecidos estos, el pH es regulado.

2.13.1 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 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.

2.13.2 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).

La presión osmótica es la cantidad total de los iones de las sales disueltas en la solución nutritiva; cuando mas aumenta la cantidad de iones mas 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).

2.13.3 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).

2.13.4 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) afirman 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 provoque deficiencia, 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.

2.14 Sustrato

Los cultivos sin suelo requiere 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 plantas

(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).

2.14.1 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).

2.14.2 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 granulometría, 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).

2.15 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 hacerlo bajo condiciones de invernaderos con hidroponía (cultivo sin suelo), con el fin de obtener el mayor rendimiento y calidad de 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 ornato (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 microtuneles, entre otros) proporciona 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:

- Tipo de cultivo
- Mejoramiento de calidad de los frutos
- Necesidad de remplazar el suelo
- 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 que se traduce en una mejorando 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.

2.15.1 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).

2.15.2 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 el tipo de producto 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, lluvia y el viento.

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).

2.15.3 Ventajas y desventajas en el uso de invernadero

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

Ventajas:

- Cultivar fuera de época y conseguir mayor precocidad.
- Realizar cultivos en determinadas zonas climáticas y épocas estacionales en que no es posible hacerlos al aire libre.
- Disminuir el tiempo de los ciclos vegetativos de las plantas, permitiendo obtener mayor número de cosecha por año.
- Aumento de producción.
- Obtención de mejor calidad.
- Mejor control de plagas y enfermedades.
- Ahorro de aguas de riego.
- Menos riegos catastróficos.
- Trabajar con más comodidad y seguridad.
- Siembra de variedades selectas con rendimientos mixtos.

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

- Inversión inicial alta.
- Desconocimiento de las estructuras más apropiadas para cada región.
- Altos niveles de especialización y necesidades de capacitación del personal.
- Altos costos de producción.
- Condiciones optimas para el rápido ataque de plagas y enfermedades.
- Alta dependencia de las condiciones de mercado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento

La presente investigación se llevo a cabo en un invernadero del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna la cual está localizada en el periférico y Carretera Sta. Fe, Km 1.5 en Torreón Coahuila localizada geográficamente a 102°22' y 104°47' longitud Oeste y 24°22' y 26°23' latitud Norte, esta región tiene una precipitación media anual 235 mm, con una altitud de 1, 139 msnm y temperatura media anual de 18.6 °C (Corona, 2005).

3.2 Condiciones de invernadero

Este experimento se realizó en un invernadero con estructura metálica cubierto con una capa de polietileno, y una de malla sombra, con un sistema de enfriamiento que consiste en pared húmeda y dos extractores.

3.3 Material experimental

Se evaluó el cultivo de chile jalapeño híbrido “Centella” de la casa comercial Enza Zaden utilizando seis fuentes de fertilización. La fecha de trasplante fue cuando las plántulas tenían una altura aproximada de 12 a 15 cm y de 5 a 6 hojas verdaderas. Se utilizaron macetas de plástico de 10 L de capacidad. La separación entre hileras fue de 60 cm. Las macetas se instalaron a hilera sencilla, espaciadas a 30 cm entre plantas y planta.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- a) - Testigo Solución nutritiva Steiner (1984), preparada con los fertilizantes indicados en el Cuadro 2.
- b) - Té de vermicompost.
- c) - Té de vermicompost + Algas-Enzimas.
- d) - Lixiviado de vermicompost.
- e) - Lixiviado de vermicompost + Algas-Enzimas.
- f)- Agua de estanque de la UAAAN UL. (Acuaponia).

El vermicompost y el lixiviado de vermicompost fueron obtenidos del lombricario de la UAAAN UL. Elaborada con base de estiércol de caprino y paja de rechazo del alimento del ganado.

El té de vermicompost fue preparado de acuerdo a la metodología reportada por Ingham (2003) con algunas modificaciones que a continuación se describen:

- a) Se oxigenaron 80 L durante tres horas con una bomba de aire, la cual tenía conectada 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.

- b) Se colocó 1 kg de vermicompost por cada 10 L de agua, durante 24 hrs para extraer los nutrimentos que contenía la vermicompost.
- c) Se agregaron 5 g de piloncillo por cada 10 L de agua, como fuente de energía para los organismos.

3.4 Preparación de la solución nutritiva

Para preparar la solución nutritivas se utilizaron fertilizantes comerciales.

Cuadro 2. Fertilizantes utilizados en la preparación de la solución nutritiva Steiner.

| Fertilizantes usados para la preparación de la solución nutritiva | | | | |
|---|----------------------------|--|---------------------------|-------------------------|
| 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 1.3 NH_4) | | 26 CaO |
| Nitrato de potasio | KNO_3 | 13 NO_3 | 44 K_2O | 0.5 MgO |
| Nitrato de magnesio | MgNO_3 | 11 NO_3 | | 15.5 MgO |
| Ácido nítrico | HNO_3 | 55 % | Θ 1.35 | |
| Acido sulfúrico | H_2SO_4 | 70 % | Θ 1.85 | |

Θ = Densidad de los fertilizantes utilizados para la solución nutritiva de Steiner

Cuadro 3. Análisis del té de vermicompost y el lixiviado utilizados en el experimento.

| PARAMETROS | Té de vermicompost | Lixiviado |
|-----------------------------------|---------------------------|------------------|
| pH | 8.20 | 6.65 |
| C.E (dS/m) | 3.33 | 2.30 |
| CATIONES SOLUBLES | | |
| Ca (me L) | 7.08 | 7.58 |
| Mg (me L) | 1.69 | 1.71 |
| Na (me L) | 9.46 | 6.64 |
| K (me L) | 16.31 | 9.52 |
| Σ cationes | 34.54 | 25.45 |
| ANIONES SOLUBLES | | |
| CO ₃ (me L) | 0.00 | 0.00 |
| HCO ₃ (me L) | 13.37 | 10.51 |
| Cl (me L) | 10.00 | 9.00 |
| SO ₄ (me L) | 11.00 | 5.80 |
| Σ aniones | 34.37 | 25.31 |
| SAL PREDOMINANTE | | |
| RAS | 4.52 | 3.08 |
| Boro (mg L) | 3.24 | 3.16 |
| Nitratos (NO ₃ , mg L) | 6.95 | 5.94 |
| Fosforo (mg L) | 17.35 | 2.75 |

3.5 Diseño experimental

Para la evaluación de los tratamientos se utilizó un diseño completamente al azar, con siete repeticiones por tratamiento, y para la separación de medias se utilizó la prueba de (Tukey ≤ 0.05), los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS.

La unidad experimental consistió en una maceta.

3.6 Riegos

Se aplicaron dos riegos diarios de 200 mL maceta⁻¹, desde la etapa de transplante al inicio de floración, así como 400 mL maceta⁻¹ de la etapa de inicio de floración hasta cosecha.

En los tratamientos té de vermicompost, té de vermicompost+Algas-Enzimas, lixiviado, lixiviado+Algas-Enzimas y agua de estanque (acuaponia) 200 mL maceta⁻¹, los riegos se hicieron manualmente para tener un mayor control de los tratamientos.

3.7 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, número de ramas, largo del fruto, peso del fruto, diámetro del fruto.

3.7.1 Altura de la planta

La altura de la planta se tomaba cada 15 días para lo cual se utilizó una cinta métrica de 1 m, la altura se tomaba desde la base del tallo hasta el punto de crecimiento.

3.7.2 Diámetro del tallo

El diámetro del tallo se tomo con un vernier electrónico, desde la base del tallo un cm por encima del sustrato, esta lectura se realizaba cada 15 días.

3.7.3 Número de hojas

Para el número de hojas se contaron el total de hojas que tuviera la planta, de igual manera se hizo con el número de Ramas que contenía cada planta.

3.7.4 Peso de frutos

El peso de los frutos se obtuvo con una báscula digital, para obtener más precisión en los pesos. Este se obtuvo en (gr) pesando de forma individual cada fruto.

3.7.5 Longitud del fruto

Se realizó con un vernier manual graduado en cm, siendo determinado el largo de los frutos.

3.7.6 Diámetro del fruto

Para obtener este dato se utilizó un vernier manual graduado en (cm).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diámetro del tallo

El análisis de varianza para diámetro del tallo presento diferencia significativa (Figura1). La solución nutritiva (testigo) presento el mayor diámetro de tallo, seguido del té de vermicompost, mientras que el menor diámetro se registró en el lixiviado. Los mayores resultados se deben a que las plantas obtienen los nutrientes más eficientemente cuando se emplea una solución balanceada y en las formas iónicas que ellas pueden aprovechar (Ikeda *et al.*, 2002; Ramos *et al.*, 2002). Hoyos (1996) señala que el diámetro del tallo es de gran importancia ya que es responsable del soporte de la planta y sirve como reserva de nutrientes.

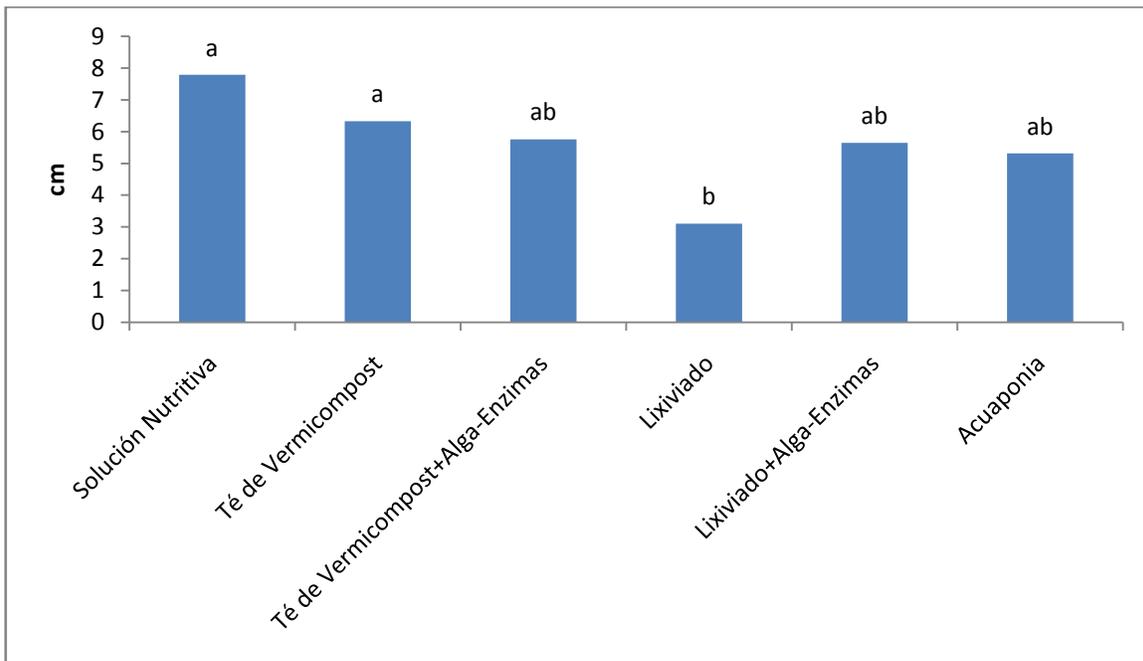


Figura 1. Diámetro del tallo en los diferentes tratamientos de soluciones nutritivas evaluadas en chile jalapeño. Letras distintas en cada columna representa diferencia estadística (Tukey $P \leq 0.05$).

4.2 Número de hojas

En esta variable el análisis estadístico mostro diferencia significativa. En la Figura 2, se muestra que la solución nutritiva (testigo) obtuvo en promedio la mayor cantidad de hojas con 67.5 hojas por planta, mientras que el mejor tratamiento de soluciones nutritivas orgánicas para esta variable fue el té de vermicompost con 47.1 hojas por planta, en cuanto al lixiviado fue el que obtuvo los más bajos valores con 23.4 hojas por planta. Los mayores resultados se deben a que la solución nutritiva contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto desarrollo y adecuada producción de hojas. En cambio las soluciones nutritivas preparadas con fuentes orgánicas de fertilización al tener que diluirse para disminuir la CE; se disminuye la concentración de nutrientes lo que probablemente provoca menos producción de hojas García *et al.*, (2008).

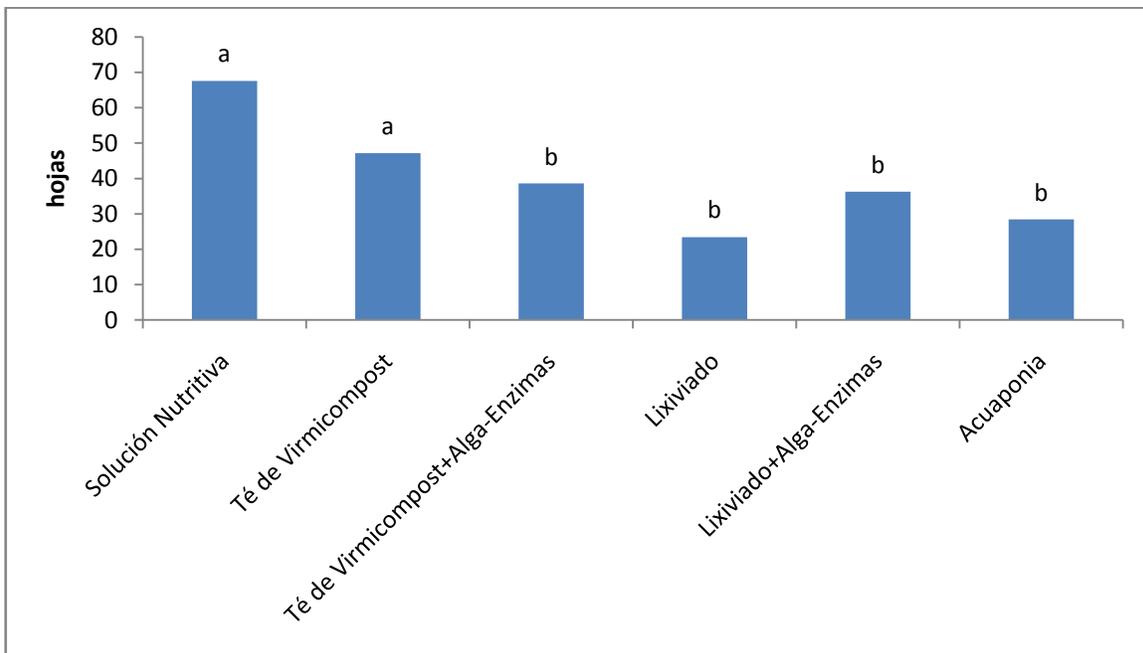


Figura 2. Número de hojas en los diferentes tratamientos de soluciones nutritivas evaluadas en chile jalapeño. Letras distintas en cada columna representa diferencia estadística (Tukey $P \leq 0.05$).

4.3 Altura de la planta

El análisis de varianza para la altura de la planta presentó diferencia significativa, (Figura 3). La mayor altura de planta corresponde a la solución nutritiva (testigo), con 37.24 cm, seguido por el té de vermicompost con 28.14 cm; mientras que el lixiviado presentó la menor altura con 13.45 cm. La mayor altura en la solución nutritiva es debido a que contiene los nutrientes minerales esenciales disueltos en el agua, en concentraciones y proporciones adecuadas. Para lograr una altura y desarrollo óptimo de las plantas en los sistemas hidropónicos, todos los nutrientes minerales esenciales deben estar en solución nutritiva en concentraciones adecuadas para lograr una nutrición balanceada de las plantas, y por lo tanto, obtener mayores rendimientos (Rodríguez-Delfin., 2004). Goykovic y Saavedra (2007) señalan que el crecimiento y altura de la planta disminuye con el incremento de la salinidad.

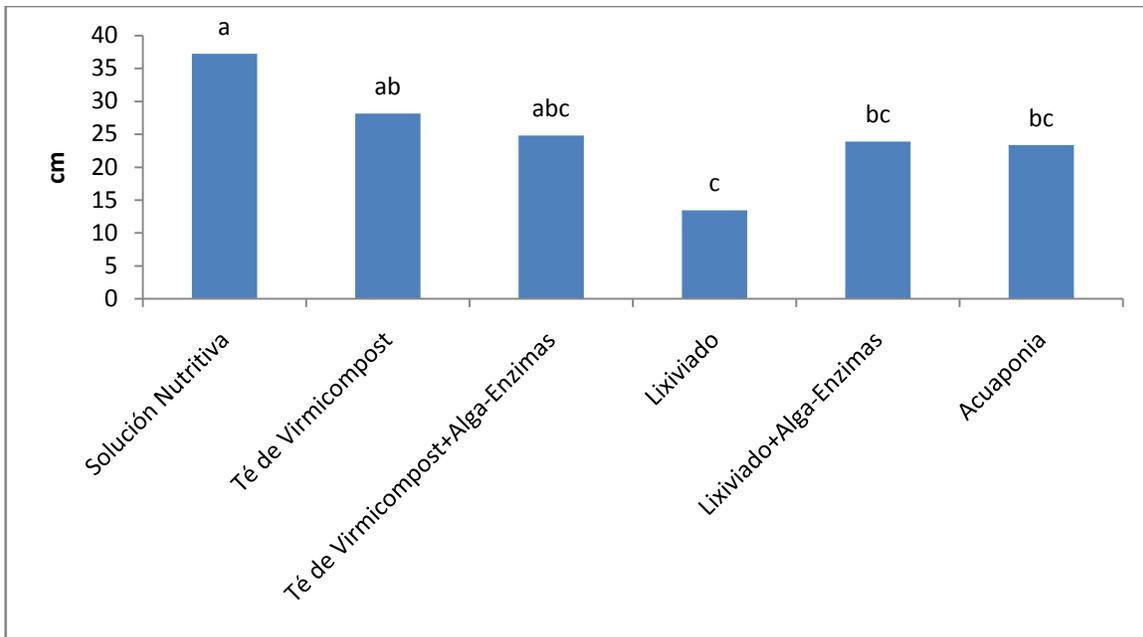


Figura 3. Altura en los diferentes tratamientos de soluciones nutritivas evaluadas en chile jalapeño. Letras distintas en cada columna representa diferencia estadística (Tukey $P \leq 0.05$).

4.4 Longitud del fruto

Para esta variable el análisis de varianza no presentó significancia (Figura 4). El té de vermicompost + Algas-Enzimas presentó la mayor longitud con 7.02 cm de chile, seguido por el té de vermicompost mientras que la menor longitud de chiles se registró en la acuaponía con 6.25 cm de longitud. La mayor longitud del fruto es debido a que tanto el té de vermicompost como las algas enzimas contienen reguladores de crecimiento y esto favorece a una mayor longitud del fruto, Senn (1987) reporta que la incorporación de algas incrementa las cosechas y favorece

la calidad de los fruto básicamente por que se administra a los cultivos no solo todos los macro y micronutrimientos que requiere la planta, sino también sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento.

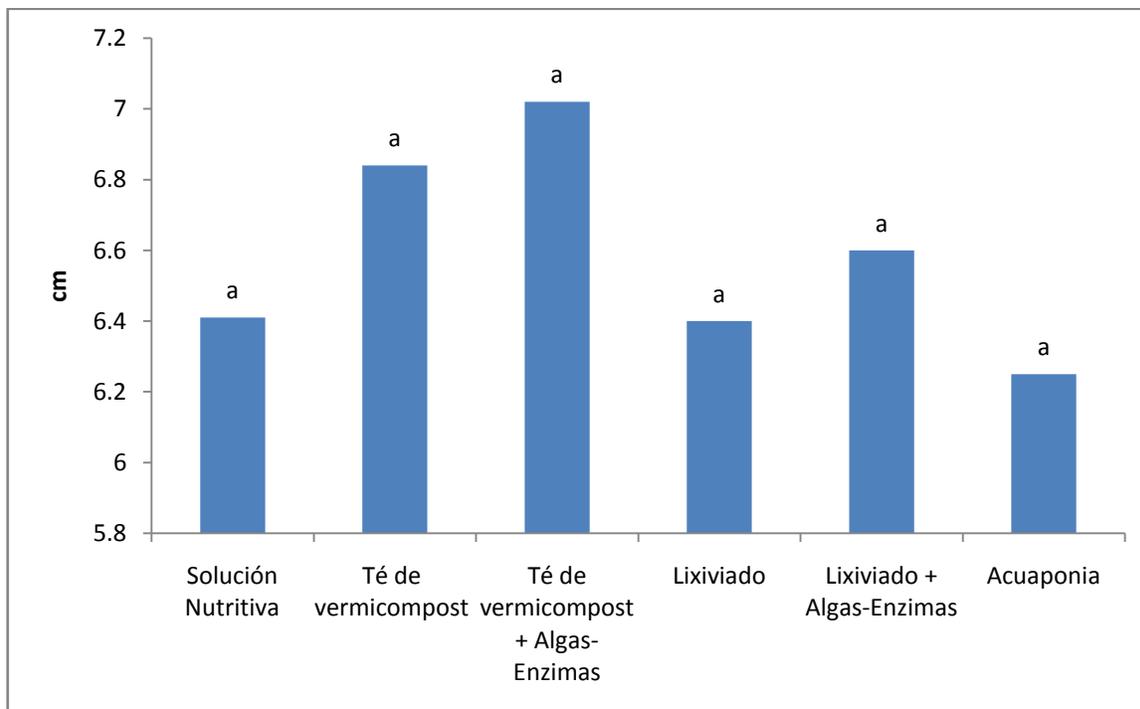


Figura 4. Longitud del fruto en los diferentes tratamientos de soluciones nutritivas evaluadas en chile jalapeño. Letras distintas en cada columna representa diferencia estadística (Tukey $P \leq 0.05$).

4.5 Peso del fruto

El análisis de varianza para peso del fruto no presento diferencia significativa (Figura 5). El té de vermicompost presento el mayor peso de fruto con 21.36 gr, seguido del té vermicompost + Algas-Enzimas con 21.10 gr, mientras que el

menor peso se registro en el lixiviado. Estos resultados se deben a que el té de vermicompost y las algas enzimas contienen reguladores de crecimiento y al aumentar la longitud de fruto aumentas su peso. Estas respuestas de los frutos pueden ser debidas a la producción de reguladores de crecimiento como el ácido indolacético (AIA), quinetina, giberelinas o bien asociadas con los ácidos húmicos y fúlvicos (Arancón *et al.*, 2005).

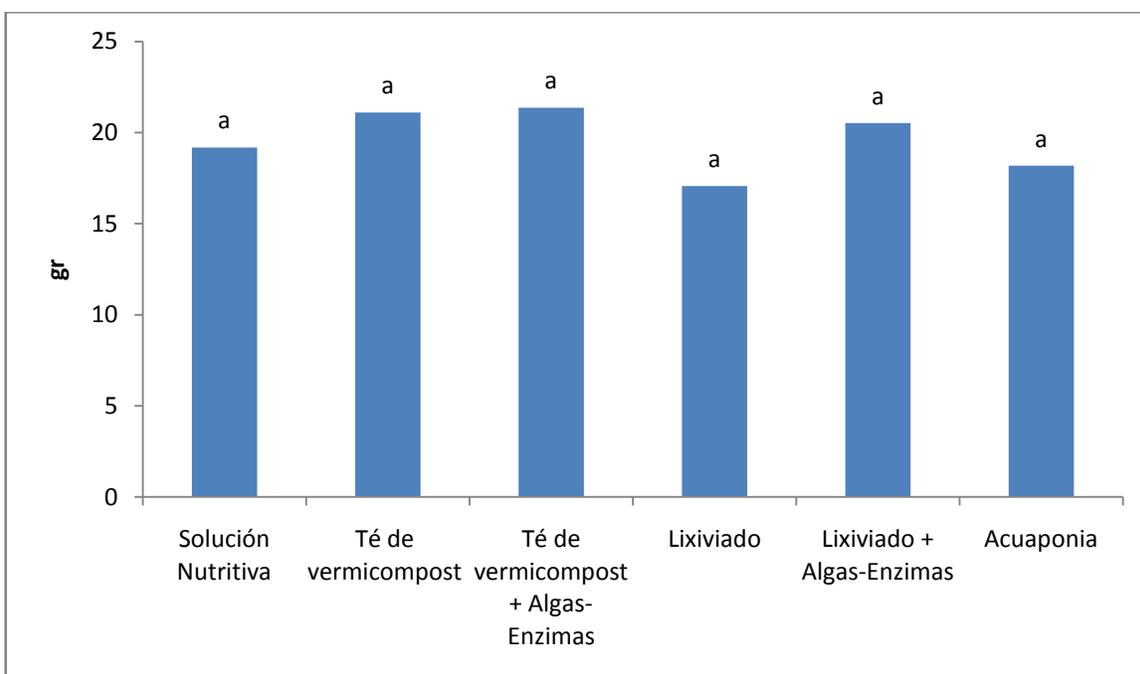


Figura 5. Peso de fruto en los diferentes tratamientos de soluciones nutritivas evaluadas en chile jalapeño. Letras distintas en cada columna representa diferencia estadística (Tukey $P \leq 0.05$).

4.6 Diámetro del fruto

El análisis de varianza para el diámetro del fruto presentó diferencia significativa (Figura 6). La Solución Nutritiva presentó el mayor diámetro del fruto, seguido del té de vermicompost, mientras que el menor diámetro se presentó en el lixiviado. Estos resultados son parecidos a los reportados por Chávez (2008) al obtener un mayor diámetro de frutos de tomates con la solución nutritiva, mientras que en el lixiviado obtuvo los frutos de menor diámetro.

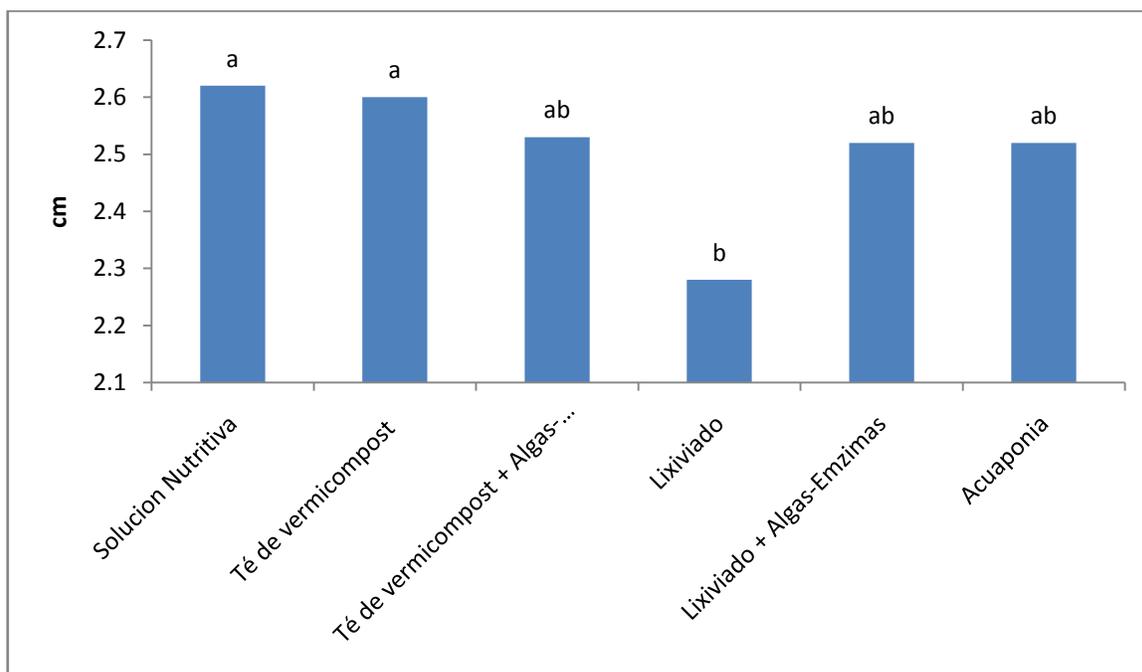


Figura 6. Diámetro del fruto en los diferentes tratamientos de soluciones nutritivas evaluadas en chile jalapeño. Letras distintas en cada columna representa diferencia estadística (Tukey $P \leq 0.05$).

4.7 Rendimiento

Para esta variable no presento significancia (Figura 7). El té de de vermicompost + algas-enzimas presento el mejor rendimiento con 169.97 g, seguido por el té de vermicompost con 167.37 g, el rendimiento más bajo se presento en el lixiviado. Los mayores rendimientos son promovidos por una adecuada nutrición del cultivo, lo cual se manifiesta en un mayor peso de frutos (Ho y Adams, 1995; Ramos *et al.*, 2002), ya que la planta provee a los frutos de asimilados y nutrientes minerales que necesitan para óptimo desarrollo (Aguirrezával *et al.*, 1996).

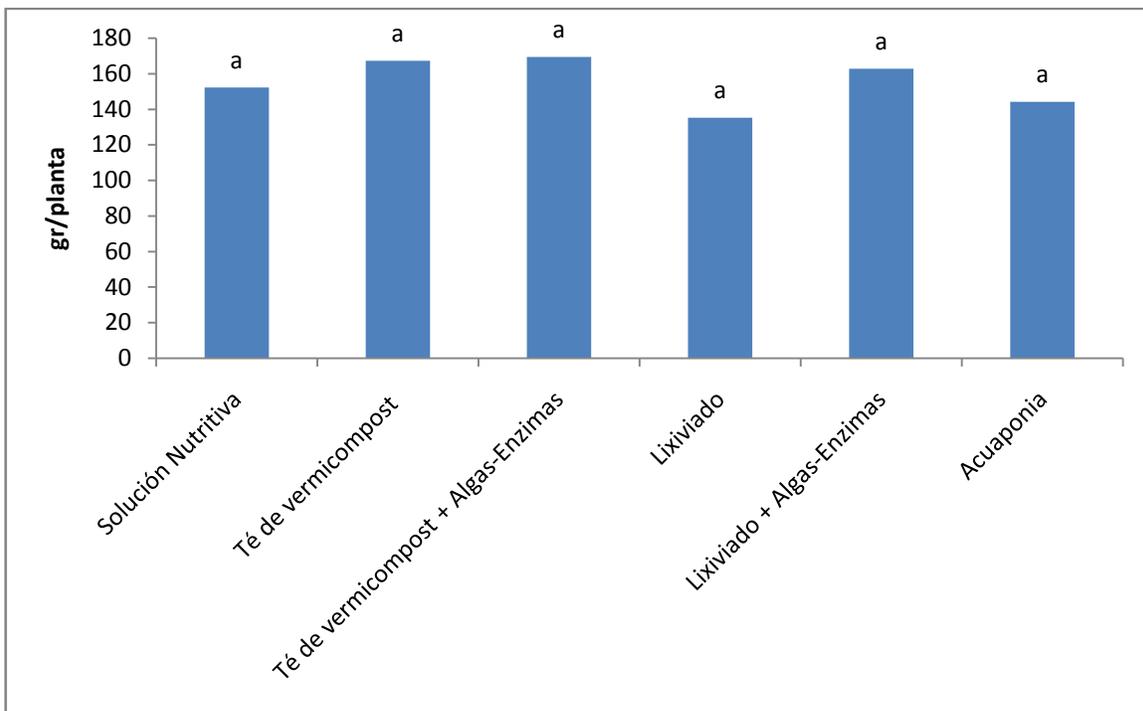


Figura 7. Rendimiento en los diferentes tratamientos de soluciones nutritivas evaluadas en chile jalapeño. Letras distintas en cada columna representa diferencia estadística (Tukey $P \leq 0.05$).

V.- CONCLUSIONES

El tipo de fertilización influye en el desarrollo y crecimiento y el rendimiento del cultivo de chile jalapeño.

La solución inorgánica superó a las orgánicas en diámetro del fruto, diámetro del tallo, número de hojas y altura de la planta.

La aplicación de algas-enzimas incrementó el largo del fruto así como el peso del mismo.

El té y el lixiviado de vermicompost, pueden ser una alternativa económicamente viable y amigable con el ambiente en los sistemas de producción intensivos como lo son los sistemas hidropónicos, dado el alto costo de los fertilizantes inorgánicos.

VI.- LITERATURA CITADA

- Abarca, S. J. 2007. Producción de hortalizas a cielo y bajo protección. Pesa, México. pp. 16.
- Acuña, V. J. Esquivel, F. D. y Valverde, S. F. 2002. Proyecto de investigación de la agricultura orgánica. Universidad Nacional de Costa Rica.
- Agostini. F., E. Sparvoli y De Siena C. 2003 Improving the physical properties of soil from the Biancana Badlands, Tuscany, Italy, by the use of amendment materials. *Soli Use and Management* 19: 270 – 272.
- Aguirezával, 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.
- Altieri, A. M. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan Comunidad Editores. Uruguay p 521- 534.
- Ansorena M., J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Ediciones Mundi-Prensa. p 107. p 109.
- 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.
- Arancon NQ, Edwards CA, Atiyeh R, Metzger JD 2005. Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresour. Technol.* 93: 139-144.
- Arena H. G. 2007, Producción de plántula de chile jalapeño, tesis de licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, pp. 12.
- 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.
- Blackshaw, R. E., J. R. Moyer, R. C. Doram y A. L. Boswell. 2001. Yellow sweetclover, green manure and its residues effectively suppress weeds during fallow. *Weed Science* 49: 405 – 413.
- Blaine, M., W.J. Zimmerman, I. Crouch y J. van Staden. 1990. Agronomic uses of seaweed and microalgae. pp. 267-307. In: Akatuska I. Introduction to applied phycology. SPB Academic Publishing BV, The Hague, The Netherlands.
- 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.
- 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.
- 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.
- Chávez, C. J.J. 2008, Alternativas de fertilización para el cultivo de tomate en invernadero, Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico Torreón. Torreón, Coahuila, México.
- Codex alimentarius. 1999. Guidelines for the production, processing, labeling and marketing of organic produced products. GL-32-1999. Rev. 2001.
- Corona, P. S. A. 2005. “La Comarca Lagunera, cultura.” Universidad Iberoamericana Torreón Coahuila México: p.17.

- Crouch, L. y J. van Staden. 1992. Evidence of the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. Department of Botany, University of Natal, Republic of South Africa. Ed. Kluwer Academic Publishing. The Netherlands.
- Edwards, A., Norman, Q., Arancon., Tse Chi Kai., and David Ellery 2006. Soil Ecology Laboratory, The Ohio State University, Columbus, OH, USA.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia p. 321- 332.
- Favela, ES; Preciado, RP; Benavides, MA. 2006. Manual para preparar soluciones nutritivas. UAAAN.
- Ferreira, C. C. 2002. El CO₂ elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación Interregional de Investigación y Experimentación Hortícola.
- Figuroa V. U. 2007. Uso y aportaciones minerales en compostas. En: elaboración y usos de compostas en nogal pecanero. Memoria Técnica 25. INIFAP, Campo Experimental de Hermosillo.
- García GR, Dendooven L, Gutiérrez MFA (2008) Vermicomposting lechate (worm tea) as liquid fertilizer for maize (Zeamays L.) forage production. Asian J. Plant Sci. 7: 360-367.
- García. H. J.L., E Troyo Diéguez y B. Murillo Amador. Apuntes de Labranza Mínima y Labranza de Conservación. 2000. Publicación para la transferencia y Divulgación N° 3. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste S.C 56 pp.
- Gertsson, U.E. 1995. Nutrient uptake by tomatoes grown in hydroponics. Acta Hort. 401: 351-356.

- 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/04agroecologia/agr01.htm>. Fecha de consulta 30 de octubre del 2011
- Gómez M. et al. (coords). 2003. Producción, comercialización y certificación de la agricultura orgánica en América Latina. CIESTAAM y AUNA, Chapingo, México. 291p.
- Gómez, T. L., Gómez, C. M. 2003. Agricultura orgánica en México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 19 p.
- Granatstein, D. 1999. The Compost Connection For Western Agriculture. No. 8 Cooperative Extensión Washington State University. Center for Sustaining Agriculture and Natural Resources.
- Hernández, D. M. I. Chaulloux, L. M. y Ojeda, V. A. 2006. Cultivo protegido de las Hortalizas, Ciencia Tecnológica. pp. 25.
- Ho, L. C. y P. Adams. 1995. Nutrient uptake and distribution in relation to crop quality. Acta Hort. 396: 33-44.
- Hoyos, E. P. 1996 parametros de calidad en plántulas hortícolas. En: II jornadas sobre semillas hortícolas. Ed. Dirección general de la producción agraria 35/96. Congreso y Jornadas. Almería 29-31.
- Hurtado, H. P, Jiménez. D, Ramírez. 2008. La acuaponía una alternativa orientada al desarrollo sostenible. Revista facultad de Ciencias Básicas. Universidad Militar Nueva Granada. Vol. 4.

- 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.
- Ingham, R., E, 2002. The compost Tea Brewing Manual. Lastes Recipes Methods and Research. Cuarta Edición. Corvallis, Oregon.
- Ingham, R., E, 2003. The compost Tea Brewing Manual. Lastes Recipes Methods and Research. Cuarta Edición. Corvallis, Oregon.
- Jaramillo, 1999. Tomate bajo invernadero. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. pp. 1-22.
- Jarecki, M, K., Chong, C., Voroney, R. P. 2005. Evaluation of compost leachates for plant growth in hydroponic culture. *J. Plant. Nutr.* 28: 651 – 667.
- 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.
- Lara, H.A. 1999. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra.* 17: 221-229.
- Larena, B. F., y Barrios, C. O. 2004. Construcción de invernadero, Santiago, Chile. pp. 4.
- Lemaire, F. 1997. The problema of the biostability in organic substrates *Acta Hortic.* 450: 63-69.
- López, D.A., R.M. Williams, K. Miehlke y J. Mazana. 1995. Enzimas, fuente de vida. Fundación de Investigación Inmunológica (IERF), 1+822 Monticelo Place, Evanson, Illinois, USA. Ed. en español, Edika Med., S.L., Barcelona, España.

- Lujan. F. M. 2011, INIFAP Chihuahua, info@inifap-chihuahua.gob.mx. Paquete tecnológico chile jalapeño. Fecha de consulta 25 de octubre del 2012
- Márquez H. C. Cano R. P. 2004. Producción Orgánica de tomate cherry bajo invernadero. Actas portuguesas de horticultura. 5:219 – 224.
- Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. 2nd. ed. Academic Press. London, England. p. 889.
- Martínez, L.J. y J. Salomón. 1995. Efecto de un extracto de algas y varios fitorreguladores sobre el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Gigant. Tesis doctoral. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- 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.
- Morel P, Poncet L, Riviere L 2000 Les Supports de Culture Horticoles. Les Materiaux Complementaires et Alternatifs a la Tourbe INRA. Paris 87 p.
- 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.
- Navarro, 2008. Studio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo de chile jalapeño (*capsicum annum* var. *Annum*) en el estado de Tabasco México.
- 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 annum* L.) en zonas áridas. Internacional 27: 417- 421.

- 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.
- Parker, R. 2002. Acuaculture science second edition. Delmar. Albany, NY. USA.
- Pastor, S. J. N. 2000. Utilización de sustratos en viveros. Terra 17: 213- 235.
- Pedraza R. L. Y Gómez A. 2008 análisis exportación del mercado y la comercialización del chile piquín (*C. annum var, aviculare* Dierb.) Chapingo México.
- Pérez M. G. 1998, Mejoramiento genético de hortalizas, Universidad Autónoma Chapingo, MUNDI PRENSA México, S.A de S.V, 118-119.
- 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.
- Rakocy J. 2004. Questions and Answers. Aquaponics Journal. Número 32: 27-29,
- Rakocy J. 2007. Ten guidelines for aquaponics systems. Aquaponics Journal. Número 46: 14-17. Tercer trimestre.
- Ramírez. V. J. 2002. Agrobiología. Manejo integrado de la mosquita blanca de la hoja Plateada. Producción y comercialización de productos orgánicos.
- 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.
- Ramos, L, C., Alcantar, G. A. Galvis, S. A., Peña. L y Martínez. G. A. 2002. Eficiencia de uso del nitrógeno en tomate de cáscara en Fertirriego. Terra 20: 465-469.

- Requejo, L. P., Escobedo, B. L. y García, O. H. 2004. Producción de Tomate bajo el cultivo sin suelo. (production and quality of tomato in soilless cultura), pp. 7 y 8.
- 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 Norteamérica.
- Rippy, J. F. M; Peet, M. M.; Louis, F. J.; Nelson, P.V. 2004. Plant development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. Hortscience. 39: 223 – 229.
- Robles H. L. y González F. A. 2010. Virus fitopatogénico que afectan al cultivo de chile jalapeño en México y análisis de las técnicas de detención. Tecnociencia. 4: paginas
- 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.
- Rodríguez. D. N., Cano R.P. Figueroa, V. U., Palomo, G. A., Favela Ch. E., Álvarez, R. P., Márquez, H. C. Moreno R. A 2007. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. Rev. Fitotec. Mex. 31: 265 – 273.
- Ruiz, F. J. F. 2004. ¿Porqué los Organismos Genéticamente Modificados (transgénicos), no se Utilizan en Agricultura Orgánica? Universidad Autónoma de Chapingo. Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica. A. C.
- Ruiz. 2007, El cultivo de chile en México y el mendo, (artículo científico), fundación produce Oaxaca México. P 3.

- 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.
- Salgado A. G. 2003, chile verde, Baja California Sur, PP 19-52.
- Salinas H. G, et al, 2009, Tecnología de nutrición de chile para deshidratar, Nazas Durango, pp. 9.
- Salter, C. 2004. Compost Tea – Rebuilding Soil & Plant Biological Health. New México Recycling Coalition Conference.
- Samperio, R. G. 1999. Hidroponía básica. El cultivo fácil y rentable de plantas sin tierra. pp. 35, 38 y 45.
- 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.
- 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.
- Senn, T.L. 1987. Seaweed and plant growth. Traducido al Español por Benito Canales López. Crecimiento de alga y planta. Ed. Alpha Publishing Group, Houston, Texas, USA.
- Serrano, C. Z. 2002. Construcción de invernaderos. 2da. Edición. Editorial Mundi Prensa, pp. 41 y 42.
- Shany, M. 2004. Producción de hortalizas en condiciones tecnificadas, pp 3 y 4.

- Soto S.A, 2003, características de 9 genotipos de chile (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera, Torreón Coahuila México.
- Steiner A. A. 1964. Soilless culture. Proceedings of the 6 Colloquium of the Internacional Potash Institute. pp: 324-341.
- Steiner, A.A. 1984. The universal nutrient solution. pp. 633-650. *In*: Proceedings 6th International Congress on Soilles Culture. Wageningen. The Netherlands.
- Toyes, 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.
- Unver I, Ataman Y, Canga M R, Munzus N. 1989. Buffering capacities of some mineral and organic subtrates. *Acta Horti*. 238:83-97.
- Van Gorder, SD. (2000). Small scale aquaculture. The Alternative Aquaculture Association. Breinigsville, PA, USA.
- 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.
- Willer Helga and Minou Yussefi. 2004. The world of organic agriculture. *Statistics and emerging trends 2004*. IFOAM, FIBL, SÖL, Germany, 167p.