

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE TOMATE (*Lycopersicon
esculetum* Mill.) EN MEZCLAS DE VERMICOMPOSTA Y
ARENA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.**

Por

FRANCISCO JAVIER LÓPEZ AGUILAR

T E S I S

**Presentada como requisito parcial
para obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2007.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE TOMATE (*Lycopersicon
esculentum Mill.*) EN MEZCLAS DE VERMICOMPOSTA Y ARENA
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

POR

FRANCISCO JAVIER LÓPEZ AGUILAR

TESIS

**Que somete a la consideración del comité asesor, como requisito
parcial para obtener el Título de**

INGENIERO AGRÓNOMO

**ASESOR PRINCIPAL _____
DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ**

**COASESOR _____
PhD. PEDRO CANO RÍOS**

**COASESOR _____
DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS**

**COASESOR _____
MC. VÍCTOR MARTINEZ CUETO**

**_____
MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Torreón, Coahuila, México.

Diciembre 2007.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE TOMATE (*Lycopersicon
esculentum Mill.*) EN MEZCLAS DE VERMICOMPOSTA Y ARENA
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

POR

FRANCISCO JAVIER LÓPEZ AGUILAR

TESIS

**Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador, como
requisito parcial para obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESIDENTE DEL JURADO

DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL

VOCAL

PhD. PEDRO CANO RÍOS

DRA. NORMA RODRIGUEZ DIMAS

VOCAL SUPLENTE

MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

**MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Torreón, Coahuila, México.

Diciembre 2007.

AGRADECIMIENTOS

A mi **Alma Terra Mater** por haberme dado la oportunidad de realizar mi carrera y adquirir los conocimientos.

Al Dr. Alejandro Moreno Reséndez por haberme dado la oportunidad de trabajar en todos sus proyectos, por ser un maestro ejemplar y por ser siempre un gran amigo.

A la Dr. Norma Dimas Rodríguez por su apoyo brindado durante el desarrollo del experimento.

Al Dr. Pedro Cano Ríos por su colaboración para la revisión de la tesis.

Al M.C. Víctor Martínez Cueto por su apoyo brindado durante el establecimiento del experimento.

A Charito por ser una persona tan especial, además por ser una gran amiga gracias por todos sus consejos y por ser una excelente persona.

A los integrantes de la Organización Alianza popular de la Trinitaria por haberme dado la oportunidad de realizar mi estancia profesional y en especial al Ing. Virgilio Silva Santiago por la confianza brindada.

A todos mis compañeros de generación de la carrera de ingeniero agrónomo. Por haber convivido con ellos todos estos años de mi carrera.

A Delmar Aguilar García por ser siempre un amigo un gran primo y por apoyarme en todo el transcurso de mi carrera.

A mi compañero de tesis Jorge Alberto Lorenzo Montes por ser un gran amigo.

A la Sra. Eunise Álvarez Días por todo su apoyo brindado durante mis estudios de la preparatoria y por todos sus consejos.

A Fredy Tercero, Agustín Galván, Ezequiel Mena, Ezequiel Pérez y Esgardo Toála por ser grandes amigos.

A mis amigos Julio y Roselin por ser grandes compañeros de casa.

Al departamento de Horticultura por las facilidades otorgadas para la realización del experimento en el invernadero.

A todos mis familiares que de alguna manera fueron pieza importante para lograr mis metas.

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la oportunidad de vivir, capacidad para salir adelante y por iluminarme la vida para poder lograr todas mis metas y por haberme dado los mejores padres del mundo.

A MIS PADRES

**José López Pérez y
Angélica Aguilar García**

Con mucho amor y cariño para mis PADRES quienes me dieron la vida y por enseñarme que lo más valioso de la vida es la familia, por enseñarme que la grandeza de una persona radica en la humildad. Por todos sus consejos, y apoyo incondicional que me brindaron y sobre todo por confiar en mí. Por darme la oportunidad de lograr unas de mis metas y por enseñarme el camino que ellos creyeron correcto sin importarle que tan difícil sea, por ser los mejores padres del mundo y mi ejemplo a seguir. Los amo.

A MIS HERMANOS

MARTHA por su amor y apoyo incondicional, consejos y sobre todo por estar siempre en los momentos más bonitos y difíciles de mi vida.

BRISELDA por todo el amor y cariño que me ha brindado y por estar siempre junto a mí.

MARI por todo su cariño y apoyo, por enseñarme que las pequeñas cosas hacen feliz y ser siempre alegría y amor.

JOSE ANGEL por estar siempre conmigo y que además de ser un gran hermano es mi mejor amigo.

Por todo su amor, cariño y apoyo incondicional que me brindaron y por ser siempre la inspiración para salir adelante y que gracias a ustedes he logrado mi meta por ser los mejores hermanos. Los amo.

A mis sobrinos

Gustavo y Gladis por todo el cariño y amor que me han demostrado.

A mi abuelita

Vitalia García Cruz por sus consejos y por haberme dado la mejor mamá.

A MI CUÑADO

Alermo Cruz Espinosa por todo el apoyo brindado durante mi carrera y por el apoyo brindado a mis padres y por estar siempre unido a la familia.

A mi primo

Germán Aguilar Aguilar por ser para mí como un hermano, por todo su apoyo que me ha brindado, por compartir alegrías y tristezas y por esa gran amistad que me ha brindado.

A la familia Aguilar Aguilar

Por todos sus consejos, y apoyo incondicional que me han brindado y sobre todo por estar en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	4
1.2 Hipótesis.....	4
1.3 Metas.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Generalidades del invernadero.....	5
2.1.1 Factores que se controlan en el invernadero.....	7
2.1.2 Ventajas y desventajas del uso de invernaderos.....	8
2.2 Los sustratos o medios de crecimiento.....	9
2.2.1 Características que debe reunir un sustrato.....	11
2.2.2 Propiedades de los sustratos.....	11
2.2.3 Clasificación de los sustratos.....	12
2.2.4 Sustratos orgánicos.....	12
2.2.5 Sustratos inorgánicos.....	14
2.3 Producción de tomate bajo condiciones de invernadero.....	16
2.4 Importancia de la agricultura orgánica.....	18
2.5 Importancia de los abonos orgánicos.....	19
2.5.1 Efectos de los abonos orgánicos sobre las características físicas del suelo.....	20

2.5.2 Efectos de los abonos orgánicos sobre las características químicas de suelo.....	21
2.5.3 Efectos de los abonos orgánicos sobre las características biológicas del suelo.....	21
2.5.4 Respuesta de los cultivos al uso de abonos orgánicos.....	22
2.6 El vermicompost.....	23
2.6.1 Propiedades del vermicompost.....	24
2.6.2 Efecto en las propiedades físicas del suelo con el uso de vermicompost.....	25
2.6.3 Efecto en las propiedades químicas del suelo con el uso de vermicompost.....	25
2.7 Efectos del Vermicompost.....	26
2.8 Antecedentes de la producción con vermicompost en diferentes cultivos....	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1 Localización del experimento.....	29
3.2 Características del invernadero.....	29
3.3 Llenado de macetas.....	30
3.4 Genotipos utilizados en el experimento.....	30
3.5 Unidad experimental.....	31
3.6 Siembra y transplante.....	31
3.7 Riegos.....	32
3.8 Fertilización.....	32
3.9 Manejo del cultivo.....	32
3.9.1 Poda.....	32
3.9.2 Entutorado.....	33
3.9.3 Polinización.....	33
3.10 Organismos dañinos y su control.....	33
3.11 Cosecha.....	34
3.12 Variables a evaluar.....	34
3.13 Diseño experimental.....	35
3.14 Análisis estadísticos.....	35

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1 Rendimiento total.....	37
4.2 Número de frutos por planta.....	39
4.3 Inicio de cosecha.....	40
4.4 Altura de planta	40
4.5 Calidad de fruto	41
4.5.1 Forma y peso de fruto.....	41
4.5.2 Diámetro polar de fruto.....	42
4.5.3 Diámetro ecuatorial del fruto.....	43
4.5.4 Espesor de pulpa.....	44
4.5.5 Número de lóculos.....	44
4.5.6 Sólidos solubles.....	45
4.6 Floración.....	47
4.7 Número de nudos.....	49
V CONCLUSIONES.....	50
VI RESUMEN.....	52
VII LITERATURA CITADA.....	54
VIII APÉNDICE.....	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Composición química del vermicompost.....	24
Cuadro 2	Tratamientos evaluados, para el desarrollo del tomate durante el periodo Octubre – Mayo (2006 – 2007) bajo condiciones de invernadero UAAAN UL.	31
Cuadro 3	Solución nutritiva que se aplicó al tratamiento testigo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el periodo Octubre – Mayo (2006-2007). UAAAN-UL.....	32
Cuadro 4	Comparación de medias de tratamientos por medio de la prueba DMS, para las variables rendimiento de tomate, número de frutos por planta, inicio de cosecha y altura de planta en los tratamientos evaluados en el ciclo 2006-2007 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2007.....	38
Cuadro 5	Comparación de medias de variables de calidad del fruto diámetro polar, espesor de pulpa y número de lóculos para genotipos de tomate evaluados en el ciclo 2006-2007 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2007.....	43
Cuadro 6	Comparación de medias para las variables de calidad del fruto diámetro ecuatorial y sólidos solubles de tomate en los tratamientos evaluados en mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones de invernadero en el ciclo 2006 – 2007 en la Comarca Lagunera, UAAAN, UL.....	46
Cuadro 7	Comparación de medias para las variables inicio de floración y número de nudos en los tratamientos evaluados en mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones de invernadero, en el ciclo 2006-2007 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2007.....	48

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

- Cuadro A1.** Cuadrados medios y significancia estadística de los ANOVA realizados, para las variables rendimiento, número de frutos e inicio de cosecha en los tratamientos utilizados para la producción de tomate en invernadero en el periodo Octubre – Mayo (2006-2007) en la UAAAN-UL..... 62
- Cuadro A2.** Cuadrados medios y significancia estadística de los ANOVA realizados, para las variables °Brix, espesor de pulpa y número de lóculos, en los tratamientos utilizados para la producción de tomate en invernadero en el periodo Octubre – Mayo (2006-2007) en la UAAAN-UL..... 62
- Cuadro A3.** Cuadrados medios y significancia estadística de los ANOVA realizados, para las variables forma, peso del fruto y diámetro polar en los tratamientos utilizados para la producción de tomate en invernadero en el periodo Octubre – Mayo (2006-2007) en la UAAAN-UL..... 63
- Cuadro A4.** Cuadrados medios y significancia estadística de los ANOVA realizados, para las variables altura de planta, inicio de floración y número de nudos en los tratamientos utilizados para la producción de tomate en invernadero en el periodo Octubre – Mayo (2006-2007) en la UAAAN-UL..... 63
- Cuadro A5.** Análisis de varianza realizados, para la variable diámetro ecuatorial, en los tratamientos utilizados para la producción de tomate en invernadero en el periodo Octubre – Mayo (2006-2007) en la UAAAN-UL..... 64

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicum esculenteum* Mill.) es uno de los principales cultivos hortícola. A nivel mundial en los últimos 10 años aumentó la superficie cultivada casi un 33%, al pasar de 3 268 000 ha en 1995, a 4 398 000 ha en 2004, permaneciendo el promedio de rendimiento (riego y temporal) prácticamente sin cambio, con 26.809 en 1995, a 26.365 t•ha⁻¹ en 2004. El consumo per cápita mundial de tomate en el año 2001 fue de 17 Kg con una tasa anual de crecimiento promedio de 1979 a 2001 de 2.9%. En el año 2002 la producción mundial de tomate alcanzó la cifra de 108.5 millones de toneladas (Guajardo y Villezca, 2004).

En 2003, la producción mexicana de tomate fue de 2.15 millones de toneladas con valor de 600 millones de dólares a precio de productor. Los principales estados productores son Sinaloa, Baja California, Michoacán, Sonora y Puebla. En conjunto, estos estados producen 1,100 millones de toneladas (80.9% del total nacional) con valor de 450 millones de dólares. Sinaloa, es el principal productor y exportador de tomate, con 58.2% del total del volumen de la producción y el 62% del valor total (Guajardo y Villezca, 2004).

La tendencia del cambio hacia cultivos protegidos en el mundo es muy notoria en los últimos años, debido entre otras cosas a las exigencias comerciales. Los consumidores de hortalizas frescas cada vez tienen mayores opciones en los anaqueles y ello ha contribuido a que cada vez sean mas

exigentes, en la agricultura intensiva se van reduciendo al mínimo las variables climáticas que influyen en la producción de cosechas, por lo que últimamente se le identifica como una industria de gran relevancia a la producción de cultivos en invernadero (Garza-Arizpe, 2004).

Las técnicas de producción de cultivos hortícolas han cambiado en las últimas décadas, debido a que la sociedad actual exige productos de alta calidad y sin contaminación de productos químicos. Esta demanda ha motivado a los productores a utilizar tecnologías avanzadas en cultivos protegidos bajo invernadero (Olivares y Benavides, 2004).

Los principales problemas que enfrenta la agricultura orgánica, en México y en algunos lugares del mundo, son la comercialización, las limitantes ambientales, los costos de producción y la insuficiencia de capacitación e investigación; la comercialización debido a la oferta y demanda, en función del suministro constante de producto; las limitantes ambientales, debido a las aspersiones aéreas de agroquímicos en áreas aledañas a las orgánicas, repercutiendo en la contaminación de éstas, así como el agotamiento de los suelos; los costos de producción, debido a que la mayoría de los productos autorizados son extranjeros y por consiguiente de precio elevado (Gómez y Gómez, 1999).

Además de la problemática de comercialización, la calidad de este cultivo se ve afectada por la utilización de agroquímicos en la fertilización y el manejo de plagas y enfermedades, ocasionando un rechazo del producto por parte de los mercados internacionales potenciales; el uso desmedido de estos productos representa un factor importante de contaminación del ambiente y del producto a ser consumido, con el consecuente daño a la salud del hombre (Márquez y Cano, 2004).

Actualmente, un sector de los consumidores de productos hortícolas están más interesados que nunca en el origen, de cómo fueron cultivados o si son seguros para comerse, así como del contenido nutricional enfatizando su preocupación por la posible contaminación con agroquímicos, especialmente por los productos que se consumen en fresco (Brentlinger, 2002).

Una de las principales corrientes de la agricultura sustentable es la agricultura orgánica, la cual, está basada en el uso de productos naturales, no contaminantes como compost, utilización de productos autorizados para el control de organismos dañinos y con el uso de abundante mano de obra. Dicha agricultura representa una completa inocuidad alimentaria (Cano *et al.*, 2004).

La agricultura orgánica es una alternativa para la producción sostenida de alimentos limpios y sanos, puesto que es un sistema de producción, en el cual no se utilizan insumos contaminantes para el ser humano, plantas, agua, suelo y ambiente. Los abonos de desperdicios orgánicos son una alternativa para satisfacer la demanda nutritiva de los cultivos en invernaderos y así reducir el usos de fertilizantes sintéticos (Rodríguez *et al.*, 2007).

Debido a los grandes problemas ocasionados por el consumo de productos cultivados con productos sintéticos, surge la necesidad de encontrar sistemas de producción apegados lo mas cercano posible a la no aplicación de agroquímicos, siendo uno de los caminos la agricultura orgánica, en la cual existe diferentes maneras de producción orgánica y una de ellas es la producción de tomate utilizando el vermicompost como medio de sustrato. Con lo cual, debido a su origen orgánico, se pretende además sustituir la aplicación de fertilizantes sintéticos.

1.1.- Objetivo

a) Evaluar el efecto de diversas mezclas de vermicompost y arena, utilizadas como medios de crecimiento, sobre el desarrollo, producción y calidad del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.).

1.2.- Hipótesis

Es posible producir tomate en sustrato de vermicompost:arena sin la aplicación de fertilizantes sintéticos y obtener un rendimiento y calidad de fruto aceptable.

1.3.-Metas

Generar conocimiento para establecer recomendaciones técnicas para el uso del vermicompost en los niveles óptimos, que permitan sustituir el uso de fertilizantes sintéticos suministrados al cultivo de tomate en invernadero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- Generalidades del invernadero

De acuerdo con López-Gálvez y Salinas-Andujar (s/f) a la llegada de los materiales plásticos se constituyeron tres grandes líneas de evolución en la tecnología de invernaderos, en función del grado de protección de los cultivos.

- En primer lugar, se cuenta con el invernadero tradicional de estructura y cubierta de material rígido. Este invernadero incorpora perfeccionamientos en el esqueleto estructural, utilizándose acero inoxidable y aluminio en los herrajes, para recibir el material de cerramiento (vidrio o placa). Incluso se mejora el microclima dotándolo de medios activos para su control con sistemas de calefacción, ventilación, iluminación, inyección del anhídrido carbónico, gobernado por medios automáticos.
- En segundo lugar, en zonas templadas comienza la construcción de invernaderos que utilizan para su cerramiento materiales flexibles, no permanentes, lo que admite soportes estructurales más ligeros. Este tipo de construcción viene ayudado en su expansión por la crisis energética y la concienciación de la limitación de los recursos naturales. Se abre aquí una nueva línea de evolución de invernaderos que representan, respecto a los de material de cerramiento rígido, mayores ventajas técnicas y económicas, derivadas de la flexibilidad de los materiales de cerramiento y de su menor peso, permitiendo unas estructuras más económicas. En

algunos casos, para mejorar su microclima, se les dota de calefacción e iluminación.

- En tercer lugar, la tecnología de invernaderos la constituyen estructuras de bajo costo de inversión, realizadas artesanalmente con materiales poco elaborados. Estos invernaderos se caracterizaban por mejorar su microclima de forma pasiva, actuando como captadores solares, con lo que consiguen aumentar la integral térmica en su interior.

Los cultivos en invernadero ó cultivos protegidos, son sistemas de producción que permiten una explotación eficiente de los recursos, ya que el invernadero permite modificar las condiciones del clima que se presenta en el exterior de éste, para proporcionar condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo de cultivos (Leal *et al.*, 2004).

Barrios-Capdeville (2004) señala que la producción de diversos cultivos, es tan necesaria en los tiempos actuales, lo cual obliga a la necesidad de mejorar los sistemas de producción de hortalizas y flores. Un invernadero es una herramienta muy útil para producir cultivos fuera de temporada, conseguir mayor precocidad, aumentar rendimientos, acortar ciclos vegetativos de las plantas, mejorar la calidad de los cultivos mediante una atmósfera interior artificial y controlada. Sus beneficios han sido tan importantes para el uso en la agricultura porque permiten obtener una producción limpia, trabajar en su interior durante los días lluviosos, desarrollar cultivos que necesitan otras condiciones climáticas y evitar los daños de roedores, pájaros, lluvia o el viento. También disminuye la economía en el riego por la menor evapotranspiración.

Según Leal *et al.* (2004) el uso de Invernaderos tiene las siguientes características:

- Independencia de los fenómenos meteorológicos
- Uso más eficiente del agua
- Ahorro en el uso de fertilizantes y agroquímicos
- Mayor producción por hectárea que a cielo abierto
- Producción todo el año
- Se evita el uso de maquinaria agrícola y de combustible
- Permite un excelente control en la calidad de los productos
- Control de plagas y enfermedades en los cultivos
- Agricultura industrial, mediante automatización del proceso productivo

Barrios-Capdeville (2004) comenta que en los invernaderos es conveniente tener un sistema para regular la temperatura, humedad y la ventilación, así como también tener una mayor especialización en el manejo de las plantaciones, ya que debido a que se tiene un ambiente controlado en el interior del invernadero, esto provoca una fácil proliferación de plagas y enfermedades pero, esto se soluciona llevando un adecuado control sobre las plantaciones.

2.1.1. Factores que se controlan en el invernadero

Los factores del ambiente que se requieren controlar en el invernadero son principalmente: temperatura, humedad y luz (Lara-Herrera, 2004). La temperatura es uno de los factores más importantes en el desarrollo de las plantas. Por eso, una de las principales ventajas de los invernaderos es la posibilidad de crear las

condiciones climáticas que más acomodan a los cultivos, previniendo los daños por las bajas temperaturas (Barrios-Capdeville, 2004).

Según Barrios-Capdeville (2004) la humedad es otro de los factores importantes que se deben de controlar dentro de los invernaderos, ya que ésta ayuda al desarrollo de las plantas pero un exceso de este factor provocará problemas en cuanto al desarrollo de enfermedades causadas por hongos y bacterias.

Además la luz es un factor a considerar para el control dentro del invernadero, ya que de acuerdo a las horas-luz que haya en la zona donde se instale el invernadero es necesario elegir el cultivo que más se adapte al lugar, de lo contrario habrá necesidad de compensar la luz de una forma artificial lo cual incrementa los costos de producción (Barrios-Capdeville, 2004).

2.1.2 Ventajas y desventajas del uso de invernaderos

El uso de invernaderos, como en cualquier otro sistema de producción presenta ventajas y desventajas, las cuales permiten tomar decisiones para el establecimiento del cultivo.

De acuerdo con Serrano (2002) los invernaderos presentan las siguientes ventajas.

- Cultivar fuera de época y conseguir mayor precocidad.
- Realizar cultivos en determinadas zonas climáticas y épocas estacionales en que no es posible hacerlo al aire libre.
- Disminuir el tiempo de los ciclos vegetativos de las plantas, permitiendo obtener mayor número de cosechas por año.
- Aumento de producción.

- Obtención de mejor calidad.
- Mejor control de plagas y enfermedades.
- Ahorro de agua de riego.
- Menos riesgos catastróficos.

Por su parte Sánchez y Favela (2002) señalan que los invernaderos presenta las siguientes desventajas:

- Requiere de alta especialización técnica para su manejo.
- Representa alta inversión inicial.
- Se puede favorecer el desarrollo de plagas y enfermedades, por lo que se requiere de excelente control del invernadero.

2.2.- Los sustratos o medios de crecimiento

Sustrato es el término que se aplica a todo material sólido distinto a la tierra que se utiliza para la siembra en hidroponía, usándolo sólo como sostén para la planta, pero no para su alimentación (Samperio, 2004). Por su parte Burés (1997) comenta que en horticultura, un sustrato es en general cualquier medio que se utilice para el cultivo de las plantas en contenedores.

En el mismo sentido Burés (1997) señala que algunos materiales pueden ser a la vez sustratos, cuando se utilizan como medio único, o componentes de sustratos cuando se utilizan en mezclas. Existe infinidad de materiales que pueden ser utilizados solos o en mezclas, como sustratos o componentes de los sustratos, a éstos además, pueden incorporarse abonos, correctores, o bien pueden sufrir procesos de transformación, de modo que se obtengan sustratos con características físicas, químicas y biológicas adecuadas para el cultivo.

Muchos de los materiales que se utilizan como sustratos o como componentes de sustratos son subproductos de actividades agrícolas o industriales que pueden reutilizarse, contribuyendo a una mejora de la calidad ambiental (Burés, 1997).

El cultivo en sustrato permite un control total de todos los factores que afectan el desarrollo de la planta, como son: sujeción, humedad requerida, nutrición y, sobre todo, oxigenación de las raíces, factores que confirman la importancia de este tipo de cultivo, de tal manera que en la actualidad se observa una tendencia a cultivar cada vez con más frecuencia en sustratos que en suelo tradicional (Samperio, 2004).

Los materiales que componen un sustrato se han seleccionado tradicionalmente en base a su disponibilidad, costo, facilidad de manejo, ausencia de semillas de malezas, insectos o patógenos o ausencia de fototoxicidad. A medida que la población toma conciencia respecto a la conservación del ambiente, y también a causa de las normativas inminentes sobre el uso de pesticidas y la combinación de aguas subterráneas, actualmente se incluyen como nuevos factores de selección de sustratos la supresión respecto a patógenos, la capacidad de ser reciclados, la optimización del consumo de agua y la prevención del lavado de elementos nutritivos (Burés, 1997).

Las funciones más importantes de un sustrato de cultivo son proporcionar un medio ambiente ideal para el crecimiento de las raíces, y constituir una base adecuada para el anclaje o soporte mecánico de la planta (Urrestarazu, 2004).

2.2.1.- Características que debe reunir un sustrato

En general, de acuerdo con Samperio (2004) las condiciones requeridas para el uso de un sustrato son principalmente las siguientes:

- a) Los sustratos deberán estar siempre libres de bacterias o cualquier contaminación, así como permitir una fácil desinfección; tendrán que tener una estructura estable, resistir bien los cambios físico-químicos, permitir fácilmente el desarrollo de las raíces y ser fáciles de conseguir, baratos y reutilizables.
- b) Aunque las plantas son adaptables a una amplia variedad de sustratos, cualquiera que se utilice deberá poder conservar la solución nutritiva en el rango adecuado para ser asimilada por la planta.

2.2.2.- Propiedades de los sustratos

Para Urrestarazu (2004), un sustrato adecuado para los cultivos debe tener las siguientes propiedades tanto físicas y químicas.

Propiedades físicas

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible o asimilable
- Suficiente suministro de aire
- Distribución del tamaño de las partículas que mantengan las condiciones antes mencionadas
- Baja densidad aparente
- Elevada porosidad
- Estructura estable, que impida la contracción del sustrato

Propiedades químicas

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente
- Suficiente nivel de elementos nutritivos asimilables
- Baja salinidad
- pH ligeramente ácido
- Mínima velocidad de descomposición

2.2.3.- Clasificación de los sustratos

Según Sánchez y Favela (2002) los sustratos se clasifican en orgánicos e inorgánicos.

2.2.4.- Sustratos orgánicos

Samperio (2004), define como sustratos orgánicos, o químicamente activos, todos aquellos materiales que por su origen están sujetos a descomposición es decir, liberan elementos nutritivos de los cuales están constituidos. Entre ellos destacan sustratos como la turba, (vegetales fosilizados) negra y rubia, la cascarilla de arroz y de trigo, la cáscara de almendra, el aserrín, la fibra de coco, la paja de algunos cereales, el compost, el vermicompost , y aquellos otros que poseen elementos nutritivos asimilables por la planta en pequeñas cantidades.

También de los principales sustratos orgánicos utilizados como medios de crecimiento vegetal se encuentran:

- El Peat moss está constituido por varios componentes, su

descomposición es encadenada, no es de vida duradera y llega a presentar problemas de humedad y falta de aireación, y no puede ser reutilizable. Sin embargo, puede utilizarse para la germinación con buenos resultados (Samperio, 2004).

- La fibra de coco son cáscaras de coco trituradas con un molino de martillo hasta que tengan el tamaño de un grano de café, tienen una buena porosidad y buena aireación (Howard, 2001).
- La Turba - rubia o negra según es la forma disgregada de la vegetación de un pantano, descompuesta de modo incompleto a causa del exceso de agua y la falta de oxígeno, que se va depositando con el transcurso del tiempo, lo que favorece la formación de estratos más o menos densos de materia orgánica, en los que se pueden identificar los restos de diferentes especies vegetales (Urrestarazu, 2004)
- La corteza desmenuzada, el aserrín, la viruta de madera de palo rojo, el cedro, el abeto, el pino o diversas especies de maderas duras, pueden usarse como componentes de las mezclas de los sustratos. Las propiedades físicas de las cortezas dependen estrechamente del tamaño de sus partículas, recomendándose que del 20 al 40 % en peso de dichas partículas presenten un tamaño inferior a 0.8 mm, se trata de un sustrato ligero, ya que su densidad aparente varía entre $0.10 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (partículas gruesas) y $0.45 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ partículas finas. La capacidad de retención de agua disponible es de baja a media, según el tamaño de las partículas, siendo la capacidad de aireación elevada (Urrestarazu 2004; Sánchez y Favela, 2002).

- El vermicompost se caracteriza por estar conformado por materiales finamente divididos como el peat con gran porosidad, aireación drenaje, capacidad de retención de humedad. Además presenta una gran área superficial, que le permite absorber y retener fuertemente los elementos nutritivos, los cuales se encuentran en formas que son fácilmente asimilables para las plantas tales como los nitratos, el fósforo intercambiable, potasio, calcio y magnesio solubles. En consecuencia, el vermicompost puede tener un gran potencial en las industrias hortícola y agrícolas como sustrato para el crecimiento de la planta (Moreno, 2005).

2.2.5.- Sustratos inorgánicos

Urrestarazu (2004) define a los sustratos inorgánicos como materiales que se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. Estos materiales no son biodegradables. Dentro de los principales sustratos inorgánicos utilizados como medio de crecimiento se encuentran:

- Arena es un material de naturaleza silíceo y de composición variable, que depende de los componentes de la roca silicatada original. Las arenas pueden proceder de canteras (granito, gneis, basalto, etc.) o de ríos. La arena es el material más fácilmente disponible en los desiertos. Las partículas deben ser menores de 2 mm y mayores que 0.6 mm de diámetro. El principal sistema de riego que se asocia a esta técnica es el riego por goteo se deben aplicar de dos a cinco riegos por día dependiendo de la especie cultivada, la etapa fenológica y la variedad (Lara-Herrera, 2000, Urrestarazu 2004).

- Lana de roca está constituida por 5% de minerales en forma de fibra, 95% de su espacio poroso lo ocupan el agua y el aire, 80 y 15%, respectivamente. Este material está producido a partir de rocas volcánicas, piedra caliza y carbón mineral, fundidos 1800 °C. No se degrada químicamente y es biológicamente inofensivo (Lara-Herrera, 2000).
- Vermiculita es una roca constituida químicamente por magnesio, aluminio, hierro y silicio. Cuando se somete a una temperatura de 1,000 °C, su estructura se modifica, expandiéndose en capas parecidas a la espuma. Con este proceso se vuelve también estéril, al tiempo que adquiere una gran capacidad de intercambio catiónico y una elevada retención de humedad; pero presenta también gran fragilidad, debido a su alta porosidad (Samperio, 2004).
- Perlita es un mineral de origen volcánico, al calentarla a 760 °C, la humedad que tiene atrapada en sus partículas es transformada a vapor, en este proceso se expande, su peso específico es de 0.08 a 0.13 g•cm³; diámetro de 2 a 4 mm, la capacidad de retención de agua es de tres a cuatro veces su peso, no tiene capacidad para amortiguar el pH (Lara-Herrera, 2000)
- Piedra pómez es una piedra de origen volcánico que se forma semejando espuma en la superficie de la lava, inerte y porosa por naturaleza. En su composición participan sílice, hierro y magnesio. Su retención de humedad puede variar de 20 a 30 % de su volumen total, por lo que permite la aireación y un buen drenado de la solución, además de que su costo es muy accesible (Samperio, 2004).

- Arcilla es un material que proporciona reserva de agua y elementos nutritivos al sustrato, al mismo tiempo que suministra micro elementos y mejora la capacidad amortiguadora y la porosidad de la mezcla (Linares *et al.*, 2004).

2.3.- Producción bajo condiciones de invernadero

Actualmente la producción de tomate en superficies con ambientes controlados ha aumentado exponencialmente. Esto se debe a la gran diferencia de calidad y cantidad entre productos de campo y productos producidos bajo condiciones de invernadero (Martínez, 2002). En el mismo sentido, Rodríguez-Absi (2004) señala que en la última década ha aumentado el interés por desarrollar sistemas de agricultura protegida tales como: casas sombra e invernaderos. Las primeras son más económicas pero también tienen muchas limitaciones. En un invernadero bien diseñado y equipado es posible lograr hacer coincidir muy estrechamente la relación oferta demanda.

En atención a lo anterior, los productores mexicanos hace ya más de 10 años empezaron a notar que produciendo bajo condiciones de invernadero podrían producir mayor cantidad de fruto con mejor calidad. A la par se dieron cuenta que la gente prefería pagar un poco más para tener mejores productos y con mayor vida de anaquel. Así es como se encuentra el nicho de mercado de los invernaderos que actualmente está creciendo de manera exponencial (Martínez, 2002).

En los últimos años ha sido sorprendente como la alta tecnificación ha permitido tener menores dimensiones de superficie cosechada obteniendo mucho más volumen de producción. El tomate se considera el producto de mayor

exportación a los Estados Unidos. En México, bajo condiciones de invernadero, se manejan dos ciclos largos, el de invierno y el de verano los cuales se diferencian por el tiempo de plantación, para lo cual en el año 2002 se contaba con 1,205 ha de invernaderos operando y 365 ha más encontraban en construcción (Martínez, 2002).

La tendencia del cambio hacia cultivos protegidos en el mundo es muy notoria en los últimos años debido entre otras cosas a las exigencias comerciales. Los consumidores de hortalizas frescas cada vez tienen mayores opciones en los anaqueles y ello ha contribuido a que cada vez sean más exigentes en la agricultura intensiva se van reduciendo al mínimo las variables climáticas que influyen en la producción de cosechas, por lo que últimamente se le identifica como una industria a la producción de cultivos en invernadero (Garza-Arizpe 2004).

El cultivo sin suelo tiene dos apartados: la hidroponía líquida la cual no tiene un medio de soporte y la hidroponía en agregado que posee un medio de soporte sólido, así mismo es necesario especificar si se maneja un sistema abierto, en donde se pierden los drenados, o bien si el sistema es cerrado en que la solución nutritiva excedente se recupera, regenera y recicla (Requejo *et al.*, 2004).

Dentro de la hidroponía en agregado destaca el cultivo en sacos de polietileno en forma de salchicha, rellenos de una mezcla de turba y vermiculita o turba y perlita, entre otros sustratos, el riego y la nutrición se efectúan de forma automática por medio de un sistema de goteo por micro tubo que se coloca en la parte superior de cada saco y que percolará a través de éste. Es muy importante

monitorear la solución nutritiva en sus parámetros pH, CE, relación aniones cationes y temperatura (Requejo *et al.*, 2004).

Las técnicas de producción son muy variables y en los últimos años ha tomado auge hacerlo bajo condiciones de invernadero e hidroponía (cultivo sin suelo), con el fin de obtener mayor rendimiento y calidad, por lo que los países desarrollados ven en ella una alternativa económica para automatizar y programar su agricultura intensiva, principalmente en aquellos cultivos que se cotizan en el mercado, como hortalizas, flores y plantas de ornato (Requejo *et al.*, 2004).

La necesidad de realizar la producción intensiva de cultivos hortícolas y ornamentales es cada vez mayor, lo cual es posible lograr bajo condiciones de invernadero y mediante hidroponía. La mayor inversión en este tipo de producción exige que ésta sea altamente productiva, rentable, eficiente en el uso de los recursos (agua y fertilizantes) y de calidad. Mediante el uso de invernaderos se logra proporcionar las condiciones de temperatura, humedad y luz que favorecen el desarrollo de las plantas; un control más eficiente de la nutrición se logra con los sistemas hidropónicos, para obtener el máximo rendimiento y calidad de la producción, y de esta manera hacer competitiva en el mercado este tipo de unidades de producción (Lara-Herrera, 2004).

2.4.- Importancia de la agricultura orgánica

La agricultura orgánica es una alternativa para la producción sostenida de alimentos limpios y sanos, puesto que es un sistema de producción, en el cual no se utilizan insumos contaminantes para las plantas, ser humano, agua, suelo y ambiente (Rodríguez *et al.*, 2007). Igualmente Márquez *et al.*, 2006) señalan que la producción orgánica de alimentos es una alternativa para los consumidores que

prefieren alimentos libres de agroquímicos y fertilizantes sintéticos y con alto valor nutricional.

La agricultura orgánica es un sistema de producción el cual evita o excluye por mucho el uso de componentes sintéticos usados como, fertilizantes, pesticidas y agroquímicos en general que deterioran los suelos y la rentabilidad de los cultivos. La implementación de este sistema de producción tanto en campo abierto como en jardines ayuda a mantener las mejores condiciones de las propiedades del suelo, ya que en este método no se utilizan productos químicos o sintéticos que dañen al suelo (Moguer *et al.*, 2006).

2.5.- Importancia de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son aquellos materiales derivados de la descomposición biológica de residuos de cultivos, deyecciones y estiércoles animales de árboles y arbustos, pastos, basura y desechos naturales; su aplicación en forma y dosis adecuadas mejoran las propiedades y características físicas, químicas y biológicas del suelo, es decir, es la forma natural de fertilizar el suelo (Márquez *et al.*, 2005).

Los abonos orgánicos tienen una gran importancia económica, social y ambiental; ya que reducen costos los de producción de los diferentes rubros con los cuales se trabaja, aseguran una producción de buena calidad para la población y disminuyen la contaminación de los recursos naturales (Funsalproduce,2000).

Jara *et al.* (2003) destacan que una alternativa de producción sustentable es el empleo de abonos orgánicos y biofertilizantes que aportan gradualmente elementos nutritivos al suelo y mejoran las características físicas, químicas y

biológicas del suelo incrementando la producción de los cultivos. Igualmente Trinidad-Santos, (2000) señala que los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los cuales la planta puede obtener importantes cantidades de elementos nutritivos, además con la descomposición de estos abonos el suelo es enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas.

2.5.1. Efectos de los abonos orgánicos sobre las características físicas del suelo

Los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo (fertilidad física); estas características son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, buena distribución del agua y buena retención de elementos nutritivos. Un aumento en la porosidad del suelo aumenta la capacidad del suelo para retener el agua al igual que incrementa la capacidad de infiltración (Trinidad-Santos, 2000).

Por su parte Cervantes-flores (s/f) menciona que los abonos orgánicos mejoran la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos, mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste, disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento, aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.

2.5.2. Efectos de los abonos orgánicos sobre las características químicas del suelo

Trinidad-Santos (2000) ha establecido que con la aplicación de abonos orgánicos el suelo va mejorando sus propiedades químicas, principalmente el contenido de materia orgánica logrando con esto un incremento en el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio cationico, el pH y la concentración de sales, y en consecuencia se logra una mejor condición del suelo.

Cervantes-Flores (s/f) comenta que los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste, también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumenta la fertilidad.

2.5.3 Efectos de los abonos orgánicos sobre las características biológicas del suelo

Con la aplicación de abonos orgánicos el suelo se ve favorecido con un incremento significativo de la actividad biológica. Los microorganismos influyen en muchas propiedades del suelo y también ejercen efectos directos en el crecimiento de las plantas. El incremento de la actividad biológica influye en el mejoramiento de la estructura del suelo, por efecto de la descomposición de los abonos sobre las partículas del suelo; las condiciones de fertilidad aumentan, lo cual hace que el suelo satisfaga la demanda de elementos nutritivos de las plantas (Trinidad-Santos, 2000).

Zulueta *et al.* (2006) establecen que al promover la aireación y la oxigenación del suelo, se amplifica la actividad radicular y la multiplicación de los microorganismos aerobios.

2.5.4. Respuesta de los cultivos al uso de abonos orgánicos

Trinidad-Santos (2000) comenta que la mayoría de los cultivos muestran una respuesta a la aplicación de abonos orgánicos tales como un incremento en la producción, mejor desarrollo de la plantas, incrementa la calidad nutritiva de los productos obtenidos cultivados con abonos orgánicos, además existe un incremento en el desarrollo de las raíces logrando con esto una mayor absorción de los elementos nutritivos.

Carmen y Morales (2003) mencionan que unas de las estrategias fundamentales para la producción ecológica es la aplicación de los abonos orgánicos como base de la fertilidad del suelo. Por lo tanto, no solo permite mejorar la fertilidad integral del suelo (física, química y biológica) si no que generalmente esta sujeta la agricultura.

Los terrenos agrícolas que se cultivan año tras año, van sufriendo paulatinamente la pérdida de una gran cantidad de elementos nutritivos que más tarde o más temprano deben ser restituidos para mantener su fertilidad. En estos casos, parece ser que el abonado de los suelos es una opción atinada sobre todo cuando el contenido de materia orgánica es bajo y el efecto de la erosión evidente debido a los beneficios directos e indirectos derivados del mejoramiento de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Así, la aplicación de los abonos orgánicos puede optimizar la calidad de la producción de los cultivos en cualquier tipo de suelo y restablecer en forma gradual sus cualidades naturales (Zulueta *et al.*, 2006)

2.6.- El Vermicompost

Dentro de los abonos orgánicos empleados en diversos sistemas de producción sustentables destaca el empleo del vermicompost (Rodríguez *et al.*, 2007). El vermicompost es el producto de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica al pasar a través del tracto digestivo de las lombrices y se considera como uno de los abonos orgánicos de más fácil manejo y rápida producción en las plantas de composteo; tiene buenas características físicas, químicas, microbiológicas y nutrimentales (Jara *et al.*, 2003) El vermicompost humus de lombriz o lombricompost contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, gran CIC, alto contenido de ácidos húmicos, gran capacidad de retención de humedad, y porosidad elevada que facilita la aireación y el drenaje del suelo y de los medios de crecimiento (Ndegwa *et al.*, 2000).

También Jara *et al.* (2002) señalan que el vermicompost se considera uno de los abonos orgánicos de más fácil adquisición, manejo y producción rápida. Ya que éste abono presenta buenas propiedades físicas, químicas, microbiológicas y nutrimentales. Al igual Moreno *et al.* (2005) comentan que el vermicompost presenta características físicas químicas y biológicas que, además de considerarse un mejorador para los suelos agrícolas, favorece el desarrollo de las especies vegetales, no solo por su contenido de elementos nutritivos, si no también por el impacto que tiene sobre los factores, procesos y agentes que inciden en el crecimiento vegetal.

2.6.1.- Propiedades del vermicompost

El vermicompost, es un material de color oscuro, con olor a mantillo, su bioestabilidad evita su fermentación, contiene gran carga enzimática y bacteriana. Incrementa la solubilidad de los elementos, liberándolos paulatinamente, facilita su asimilación e impide su lixiviación. Favorece la germinación y el desarrollo de las plantas. Incrementa la capacidad de intercambio cationico (CIC) del suelo. Posee un pH neutro. Contiene sustancias húmicas que mejoran las características del suelo. Aumenta la resistencia contra plagas, enfermedades, organismos patógenos y está libre de nematodos. Aumenta la capacidad de retención de humedad (4-27%) (Moreno *et al.*, 2005). En términos generales Trinidad-Santos (2000) ha establecido la composición química del vermicompost (cuadro 1).

Cuadro 1 Composición química del vermicompost

Característica	Cantidad
Ph	7.7
N total (%)	1.1
P (%)	0.3
K (%)	1.1
Ca (%)	1.6
Mg (%)	0.5
Zn (ppm)	100
Mn (ppm)	403
Fe (ppm)	10,625
Relación C/N	19

Fuente: Trinidad-Santos (2000)

Jara *et al.* (2002) determinaron que el vermicompost presenta las siguientes propiedades: humedad es de 15%, pH 7.67, materia orgánica 24.2%, nitrógeno total 1.35% y fósforo total 1.23%, calcio 3.0 %, magnesio 0.98 %, carbono orgánico 14.0 %, potasio 0.67 %, zinc total 291.0 mg•kg⁻¹, cobre total, 85 mg•kg⁻¹ y boro total 73.0 mg•kg⁻¹.

2.6.2. Efecto en las propiedades físicas del suelo con el uso del vermicompost

El efecto del vermicompost es muy favorable sobre la estructura del suelo. La agrupación de las partículas en agregados de tamaño medio le imprime al suelo las características siguientes (Reines, 1998):

- Incrementa la circulación del agua y el aire
- Mayor retención de agua
- Mejora los suelos arenosos y arcillosos
- No permite la formación de costras en el suelo
- Menor cohesión del suelo

2.6.3. Efecto en las propiedades químicas del suelo con el uso del vermicompost

Según Reines (1998) el vermicompost influye en las siguientes propiedades químicas del suelo:

- Equilibra las funciones químicas del suelo debido a sus condiciones de humificación y mineralización, facilitando la absorción de elementos nutritivos por parte de las plantas
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico
- Ayuda a mantener un pH neutro del suelo
- Incrementa los elementos nutritivos para la planta.
- Mejora la textura del suelo.

2.7.- Efectos del vermicompost

La aplicación de vermicompost al suelo modifica alguna de sus características las cuales promueven el crecimiento de las plantas de tomate, el rendimiento de frutos y en las características químicas de los frutos (Nafate *et al.*, 2006).

Por otro lado, se ha establecido que el vermicompost afecta favorablemente la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Además aumenta notablemente el porte de las especies vegetales en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el transplante previene enfermedades y lesiones por cambios bruscos de temperatura y humedad, se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos. Su pH neutro la hace sumamente confiable para ser aplicado a especies delicadas (Moreno y Aguilera, 2002).

Jara *et al.* (2002) señalan que el uso del vermicompost evita la formación de costras en el suelo, mejora su estructura, la aireación, la retención de agua, el buen drenaje, y aumento en el intercambio catiónico y disponibilidad de fósforo.

2.8.- Antecedentes de la producción con vermicompost en diferentes cultivos

Toral *et al.* (2005) señalan que la aplicación del vermicompost en el cultivo de jamaica incrementa el desarrollo foliar de las plantas, además propicia el mejor aprovechamiento de los elementos nutritivos por la planta en cada ciclo agrícola, así como mejora las condiciones del suelo y llega a ser fuente de elementos nutritivos para ciclos posteriores.

Romero *et al.* (2000) mencionan que el vermicompost aplicado al cultivo de papa comparado con la gallinaza, al aumentar las dosis de aplicación al suelo disminuye el rendimiento de tubérculos pero, en dosis adecuadas el vermicompost incrementa la concentración de nitrógeno en los tubérculos y, por lo tanto mejora su calidad biológica al aumentar el contenido de proteína.

Reyes *et al.* (s/f) al evaluar el crecimiento de porta injertos de aguacate con la aplicación de vermicompost, determinaron que los porta injertos presentaron un incremento del diámetro del tallo por efecto de la aplicación del vermicompost, además se favoreció el incremento de altura del injerto.

Cano *et al.* (2005) mencionan que el vermicompost puede considerarse como un buen sustrato orgánico para la producción de tomate, cuando se combina con arena 50% o bien con perlita al 37.5 %, ya que en un experimento realizado determinaron un promedio de $91.42 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ el cual supera los rendimientos obtenidos en campo en un 284.62 % y además permite producir un producto orgánico y se evita el periodo de transición para que éste pueda ser considerado como orgánico.

Moreno y Aguilera (2002) concluyeron que el vermicompost satisface las necesidades nutritivas del chile chilaca, cuando se cultivan en un sustrato bajo condiciones de invernadero en una proporción de 12.5 a 37.5% de vermicompost y el resto arena, tomando en cuenta que con estas concentraciones se obtienen rendimientos aceptables para la rentabilidad del cultivo.

Cano *et al.* (2002) estudiando híbridos de tomate en invernadero en la región Lagunera determinaron un promedio de 195 g para peso de fruto con el genotipo Red Chief y 174 g para el genotipo Andre, además reportaron un

rendimiento promedio de $67.1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ para el genotipo Andre y $64.2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ para el genotipo Red chief.

Cano *et al.* (2004) evaluando la producción orgánica en tomate, determinaron un rendimiento de $131.5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ con el genotipo Andre para el tratamiento que contenía la mezcla 50% de vermicompost y 50% arena. Adicionalmente, Cano *et al.* (2003) al estudiar híbridos de tomate bola en la Comarca Lagunera para producción en invernadero reportaron un diámetro polar de 6.3 cm para el genotipo Bosky, 6.0 cm para el genotipo Belladona y un diámetro ecuatorial 7.0 cm para el genotipo Bosky y 6.7 cm para el genotipo Belladona.

Acosta (2003) evaluando dosis de vermicompost en el cultivo de tomate bajo invernadero sin calefacción, reportó un rendimiento de $52.3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, con un peso promedio de 116.6 g por fruto.

Sánchez (2003) en un estudio con tomate bajo invernadero con vermicompost, durante el ciclo primavera-verano 2003, reporta un rendimiento promedio de $33.63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, y un peso promedio por fruto de 134.07 g.

Lara (2005) evaluando genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, en un sustrato con dosis de 50 % arena y 50% vermicompost, encontró que el rendimiento promedio fue de $122.68 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- Localización del experimento

El experimento se realizó en la Comarca Lagunera que se encuentra ubicada entre los paralelos 24° 10' y 26° 45' de latitud norte y los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste de Greenwich, a 1, 139 metros sobre el nivel del mar. La temperatura promedio en los últimos 10 años es de una máxima de 28.8°C., una mínima de 11.68°C., y una temperatura media de 19.98°C (CNA, 2002).. El experimento se realizó durante el ciclo 2006–2007. Se inicio en el mes de octubre y concluyó en mayo, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicada entre en periférico (Raúl López Sánchez) y carretera a Santa Fe Torreón Coahuila, México.

3.2.- Características del Invernadero

La forma del invernadero es semicircular, con estructura completamente metálica, cubierto con una película plástica transparente, el piso es de piedra granulada de color blanco (grava), el sistema de enfriamiento consta de una pared húmeda y un par de extractores de aire caliente ubicados de forma opuesta a la pared húmeda ambos sistemas están sincronizados para accionarse mediante sensores, además se cuenta con un sistema de riego por goteo, el cual cuenta con un equipo de programación computarizado de la marca Rain-Bird® y un contactor de 110 voltios y una bobina de 24 voltios que consiste en un controlador

para 4 estaciones y 3 programas para aplicar los riego en diferentes dosis y tiempos durante el día. La superficie del invernadero es de 180 m².

3.3.- Llenado de macetas

Primeramente se preparó la mezcla de los tratamientos adicionando adecuadamente los componentes de las diferentes mezclas, esto se realizó con la ayuda de palas, para el caso de los tratamientos de vermicompost:arena, para el caso del tratamiento de arena solo se procedió a quitar las piedras mas grandes y visibles. Una vez preparado las mezclas se procedieron a llenar las macetas, se utilizaron macetas con capacidad de 18 kg las macetas son bolsas de polietileno, color negro, tipo vivero.

Los sustratos de crecimiento para el testigo se prepararon con arena al 100% y para los tratamientos orgánicos mezclas de arena y vermicompost en proporciones de 1:1, 1:2 y 1:3. Las macetas se llenaron al 100 % de su capacidad al transplante. Los niveles de vermicompost que se evaluaron en los tratamientos se presentan en el cuadro 2 en cual se muestra los tratamientos utilizados con los genotipos respectivos.

3.4.- Genotipos utilizados en el experimento

Los híbridos de tomate que se evaluaron en el experimento fueron Miramar y Romina de la compañía Seminis. Los cuales son de crecimiento indeterminado; fueron transplantados y establecidos en el invernadero de la UAAAN-UL.

Cuadro 2 Tratamientos evaluados, para el desarrollo del tomate durante el periodo Octubre –Mayo (2006 – 2007) bajo condiciones de invernadero UAAAN UL.

Tratamiento	Mezcla	Relación porcentual en volumen	Genotipos
1	Arena + vermicompost	50:50	Miramar
2	Arena + vermicompost	50:50	Romina
3	Arena + vermicompost	66:34	Miramar
4	Arena + vermicompost	66:34	Romina
5	Arena + vermicompost	75:25	Miramar
6	Arena + vermicompost	75:25	Romina
7	Arena + SN	100:0	Miramar
8	Arena + SN	100:0	Romina

SN=solución nutritiva

3.5.- Unidad experimental

Para el establecimiento del experimento, dentro del invernadero se colocó una fila a doble hilera de plantas, con arreglo a tres bolillo dando un total de 48 plantas por toda el área experimental. El área ocupada por el experimento fue de 58 m² dentro del invernadero con 4.4 plantas m⁻².

3.6.- Siembra y transplante

La siembra se realizó en charolas germinadoras de poliestileno de 200 celdillas, el sustrato para germinación que se utilizó fue Peat mosts®, la siembra se realizó en diferentes días el genotipo Miramar se sembró el día 6 de octubre del 2006 y se transplantó el día 2 de noviembre del mismo año. Por su parte, la siembra del genotipo Romina se realizó el día 20 de octubre del 2006 y se transplantó el 17 de noviembre del 2006. La diferencia en fecha de siembra y transplante de debió a la falta de disponibilidad de semilla del segundo genotipo en el mercado local. La arena de río fue previamente lavada con solución de cloro al 5 % diluido en agua para desinfectarla.

3.7.- Riegos

Los riegos que se aplicaron oscilan de 0.5 a 2 litros de agua día⁻¹ de acuerdo a la etapa fenológica por maceta dividido en tres riegos. Dichos riegos se aplicaron para los 8 tratamientos.

3.8.- Fertilización

La fertilización se realizó manualmente aplicando 0.5 lt de la solución nutritiva para cada maceta, la aplicación se realizó diariamente. La solución nutritiva sólo se aplicó para los tratamientos testigo (100% arena) con ambos genotipos. Los compuestos químicos utilizados para preparar la solución nutritiva se presentan en el cuadro 3, y se disolvieron en 18 L de agua.

Cuadro 3 Solución nutritiva que se aplicó al tratamiento testigo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el periodo Octubre – Mayo (2006-2007). UAAAN-UL.

Solución	1ª fase Plantación	2ª fase floración y cuajado	3a fase inicio de maduración	4ª fase cosecha
Nitrato de calcio (g)	90	360	475	675
Nitrato de magnesio (g)	20	180	216	360
Nitrato de potasio (g)	55	385	495	825
Maxiquel multi g	2.7	14	18	30
Maxiquel Fe.g	2.7	14	18	30
Acido fosforico ml	200	200	200	200

3.9.- Manejo del cultivo

3.9.1. Poda

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo, eliminando brotes axilares cuando estos tenían de 3 a 5 cm. La eliminación de brotes se realizó realzó de

abajo hacia arriba para no perder la guía principal. Durante la fructificación en el punto rosado de los primeros frutos se procedió a quitar las hojas basales que estaban por debajo del racimo. La poda apical se realizó cuando la planta llegó al octavo racimo.

3.9.2. Entutorado

Las plantas fueron conducidas en dirección vertical mediante hilo de rafia cuando alcanzó una altura de 30 cm atándolo de la base del tallo de la planta a la estructura metálica del invernadero, para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y frutos se pongan en contacto con el suelo, una vez que las plantas alcanzaron una altura de 1.6 m se acomodó la guía.

3.9.3. Polinización

Cuando inicio la apertura de las flores, se procedió a polinizar con un vibrador manual (cepillo dental electrónico), la polinización se realizó diariamente durante un horario de 12:00 a 14:00 horas.

3.10.- Organismos dañinos y control

Se establecieron trampas de color amarillo con Biotac® para el monitoreo y control de plagas, las cuales se colocaron en lugares estratégicos dentro del invernadero, además se realizaron revisiones visuales de las plantas semanalmente.

Las principales plagas encontradas fueron: Mosquita blanca (*Bemisia argentifolli* Bellows & Perring) y como plagas secundarias se presentaron Gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella* Walshingham) y Pulgón (*Aphis gossypi* Sulz), dichas

plagas fueron controladas con insecticidas orgánicos, los productos utilizados fueron Bioinsect® en dosis de 2 L•ha⁻¹. En cuanto a las enfermedades, a los 50 días después de la siembra se encontraron brotes de cenicilla (*Leveillula taurica* Lev. Arnaud), controlando este patógeno con un fungicida orgánico Sedric®, en dosis de 1.8 L•ha⁻¹.

3.11.- Cosecha

La cosecha se realizó una vez por semana, cuando el fruto presentó un color rojo promedio entre el 30% pero no más del 60% ya que son los niveles de color requeridos de la clasificación por color del USDA (1975).

3.12.- Variables a evaluar

Las variables evaluadas durante el desarrollo del cultivo tomate fueron:

Altura de planta. Consistió en tomar las mediciones de cada planta, hasta llegar al octavo racimo, las mediciones se realizaron cada 8 días con una cinta métrica.

Número de nudos. Se contó el total de nudos de cada planta muestreada hasta el octavo racimo.

Inicio de floración. El inicio de floración se tomó cuando dos flores del racimo de cada planta muestreada se abrieron completamente.

Inicio de cosecha. Se comenzó a cosechar cuando el primer fruto de las plantas muestreadas alcanzaron el 50% de su madurez fisiológica.

Diámetro polar y ecuatorial. Se midieron 12 frutos en total por planta tomando dos de cada racimo Cada fruto fue medido con un vernier en la parte central y de polo a polo.

Número de lóculos. Consistió en partir cada fruto en la parte central y contar cada uno de ellos.

Sólidos solubles. Se tomaron 12 frutos en total por planta, dos de cada racimo y consistió en tomar cada fruto, partirlo por el centro y exprimirlo, dejando caer cuatro gotas de jugo en el refractómetro y de acuerdo al nivel indicado registrar la lectura para cada fruto.

Espesor de pulpa. A los frutos cortados, con ayuda de una regla se les midió el espesor de pulpa, esto se realizó para cada fruto. Tomando 12 frutos en total por planta y dos de cada racimo.

Peso del fruto. El peso del fruto se sacó con ayuda de una balanza electrónica, se pesaron cada uno de los frutos de las plantas muestreadas.

Rendimiento total. Para la variable rendimiento se estimó la suma de todos los tomates producidos por planta por tratamiento, se calculó primero el rendimiento por metro cuadrado y posteriormente el rendimiento por hectárea.

3.13.- Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4x2 el factor A lo constituían los sustratos y el factor B los genotipos generándose un total de ocho tratamientos y seis repeticiones por tratamiento. La unidad experimental fue de 48 plantas.

3.14.- Análisis estadísticos

Se realizó un análisis de varianza, considerando cada una de las características evaluadas, cuando se encontraron diferencias significativas se realizó una comparación de medias utilizando la prueba diferencia mínima

significativa (DMS) al 5 %. Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- Rendimiento total

De acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA) se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), para tratamientos y genotipos y no significativo para la interacción TxG (Cuadro A1).

El tratamiento que generó el mayor rendimiento fue el testigo con fertilización inorgánica y el segundo mejor tratamiento con fertilización orgánico 75 % arena y 25 % de vermicompost con 168.66 y 127.22 $t \cdot ha^{-1}$ respectivamente, el genotipo de mayor rendimiento fue Miramar con 145.9 $t \cdot ha^{-1}$ (Cuadro 4).

En el presente experimento los resultados igualan a lo obtenido por Acosta (2003) y Zarate (2002) quienes reportan mayor rendimiento en el tratamiento testigo, mientras que superan a lo obtenido por Acosta quien realizando un estudio en tomate con vermicompost en condiciones de invernadero, el mejor tratamiento fue el testigo (arena+solución nutritiva), el cual obtuvo un rendimiento de 52.3 $t \cdot ha$, y con el tratamiento al 12.5% obtuvo 18.3 $t \cdot ha$, más bajo que en condiciones de campo.

Cuadro 4 Comparación de medias de tratamientos por medio de la prueba DMS, para las variables rendimiento de tomate, número de frutos por planta, inicio de cosecha y altura de planta en los tratamientos evaluados en el ciclo 2006-2007 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2007.

Tratamiento (AV)	Rendimiento (t•ha⁻¹)	Número de frutos planta⁻¹	Inicio de cosecha (dds)	Altura de planta (cm)
T1 AV (50%:50%)	119.3 b	22 b	159 a	205.3 b
T2 AV (66%:34%)	118.3 b	23 b	149 b	201.3 b
T3 AV (75%:25%)	127.2 b	24 b	153 b	204.7 b
T4 Arena (Testigo)	168.7 a	27 a	160 a	238.5 a
DMS	18.2**	2.39**	5 **	19.9 **
Genotipo				
Miramar	145.9 a	27 a	154	218.1
Romina	120.8 b	21 b	157	206.8
CV %	16.5	12.1	3.9	11.4
DMS	12.86**	1.69**	NS	NS

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%. ** altamente significativo DMS al 1%. NS= no significativo, respectivamente. AV= arena vermicompost .

Cano *et al.* (2004) evaluando producción orgánica de tomate de tomate, obtuvo un rendimiento de 131.5 t•ha⁻¹ para el genotipo Andre, este rendimiento fue superado con lo obtenido en el presente experimento ya que se obtuvo un rendimiento de 145.9 t•ha⁻¹ para el genotipo Miramar. Suprandolo en un 12.05%.

Zarate (2002) realizando un estudio con tomate bajo condiciones de invernadero y evaluando dosis de vermicompost reportó que el tratamiento testigo (arena+ solución nutritiva) también tuvo el rendimiento más alto seguido del tratamiento al 37.5% con vermicompost. Coincidiendo con los resultados del presente.

Los resultados obtenidos también superaron en rendimiento a los reportados por Rodríguez (2002) quien evaluó genotipos de tomate en invernadero con aplicación de solución nutritiva, y reportó un rendimiento para el genotipo Andre de 91.7 t•ha.

En este experimento se encontraron rendimientos similares a los obtenidos por Aguilar (2002) quien evaluando genotipos de tomate con solución nutritiva reporta para el genotipo Andre $173.7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ los resultados del tratamiento 25% de vermicompost difieren en mucho al obtenido por Gómez (2003)

Zarate (2002) derivado de un análisis bibliográfico menciona que es posible implementar sistemas de producción en invernadero donde se manejen mezclas de vermicompost+arena que favorezcan el desarrollo de diferentes especies, generando rendimientos y frutos de calidad adecuada. Con los resultados obtenidos se comprueba que el vermicompost favorece el rendimiento y calidad además de reducir los gastos de producción.

Tuzel *et al.* (2003a) encontraron rendimientos de tomate orgánico en invernadero de $90 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ cuando se fertiliza con gallinaza. Márquez y Cano (2004) encontraron un rendimiento de tomate orgánico en invernadero de $89.64 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, en compost más arena sin fertilizar, donde superaron los rendimientos de tomate orgánico respecto a lo producido en campo en 8.9 veces. Estos resultados fueron superados por lo obtenido en este experimento ya que se obtuvo un rendimiento de $127.22 \text{ t}\cdot\text{ha}$ para el tratamiento orgánico 75% arena y 25% vermicompost superándolo en un 30%.

4.2.- Número de frutos por planta.

El análisis de varianza (ANOVA) presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), en los tratamientos y genotipos y no significativo para la interacción TxG (Cuadro A1). El tratamiento de mayor valor fue el testigo y el segundo mejor tratamiento orgánico fue 66 % arena y 34 % de vermicompost con

27 y 24 frutos planta⁻¹ respectivamente, el genotipo de mayor número de frutos fue Miramar con 27 frutos planta⁻¹ (Cuadro 4).

Rodríguez *et al.* (2007) evaluando tomate con sustrato de vermicompost encontraron que el mayor número de frutos planta⁻¹ se presentó en el tratamiento de la mezcla arena:vermicompost + quelatos con 34 frutos planta⁻¹, el cual superó al valor obtenido en el presente experimento ya que el mayor número de frutos se obtuvo en tratamiento testigo (arena + solución nutritiva) con 27 frutos planta⁻¹.

4.3.- Inicio de cosecha.

De acuerdo con el análisis de varianza se presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos evaluados y no significativo en genotipos ni para la interacción T x G (cuadro A1). Los tratamientos orgánicos con el 34 y 25 % de vermicompost fueron más precoces con valores de 149 y 153 dds respectivamente, mientras que el testigo fue el más tardío con 160 dds (Cuadro 4).

Lara (2005) al evaluar dos genotipos de tomate en invernadero, reportó que el genotipo más precoz fue Big beef en el sustrato arena + solución nutritiva con 153 dds, esto fue superado por los resultados obtenidos en el presente trabajo, ya que el tratamiento arena 66% + 34% vermicompost fue el más precoz con 149 dds.

4.4.- Altura de planta

En el análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre tratamientos y no significativo en genotipos, ni para la interacción TXG, además se encontró una media de 212.4 cm y un coeficiente de variación de 11.3

%, el tratamiento de mayor altura lo presentó el testigo con 238.5 cm mientras que los tratamientos orgánicos presentaron la menor altura como se muestra en el cuadro 4.

Ríos (2002) señaló que el genotipo de tomate Bosky alcanza altura de 233.1 cm en solución nutritiva. Sin embargo Zarate (2002) determinó que la altura no varía con el porcentaje de compost, presentando valores de 100 y 96 cm., para 25% y 100% de vermicompost. Estos valores fueron superados en un 50% por los obtenidos en el presente experimento ya que se encontraron una altura promedio de 204.7 cm para el tratamiento 25% de vermicompost.

Aguilar (2002) evaluando tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero plástico sin calefacción ni sistema de control de temperatura reporta en la variable altura de planta valores de 249.3 cm a 216.6 cm de altura, que en promedio superaron en 8.84% al valor promedio de 212.4 cm de altura de planta obtenido en el presente experimento.

Los resultados obtenidos no concuerdan con los citados por López (2003) quien evaluando siete híbridos de tomate en condiciones de invernadero en otoño invierno encontró diferencias altamente significativas en esta variable, reportando la mayor altura de 264.4 cm.

4.5.- Calidad de fruto

4.5.1.- Forma y Peso de fruto

En el análisis de varianza no presentó diferencias significativas en todas las fuentes de variación: tratamiento, genotipo e interacción TxG ni para la variable forma ni peso del fruto mostrando una media de 3 y 163.8 g respectivamente (cuadro A3).

Sin embargo en el presente experimento la variable peso de fruto superó al peso de fruto de tomate obtenido por Acosta (2003) quien reportó que el tratamiento testigo presentó el mayor peso de fruto con 134.07 g, en este experimento el valor más bajo lo presentó el tratamiento T3 con el genotipo Miramar al 25 % de vermicompost con 153 g.

Avalos (2003) evaluando tres cultivares del tomate con vermicompost en invernadero encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos obteniendo mayor efecto en los tratamientos de 37.5 y 25 % de vermicompost en dos genotipos de tomate, Andre con 224.7 g y Adela con 174.7 g al 37.5 % de vermicompost y mientras que para el tratamiento 25 % de vermicompost Andre presentó 223.4 g y Adela 139.7 g para los pesos de fruto.

4.5.2.- Diámetro polar de fruto

Para esta variable el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los genotipos y no significativo entre los tratamientos y su interacción TXG, los cuales generaron un valor medio de 5.9 cm. y un coeficiente de variación de 4.1 % (Cuadro A3). En el cuadro 5 se observa que el genotipo de mayor diámetro fue Romina con 6.2 cm.

Los resultados obtenidos fueron similares a los reportados por Aguilar (2002) quien al estudiar genotipos de tomate en invernadero, con solución nutritiva reportó un diámetro polar para los genotipos Andre y Gabriela de 6.1 y 5.0 cm, respectivamente, valores que concuerdan con los registrados en el presente experimento.

Avalos (2003) encontró diferencias altamente significativas para esta variable, y los tratamientos con mayores valores fueron el genotipo Andre al 37.5

% de vermicompost y el genotipo Andre al 25 % de vermicompost, con 6.51 cm, y 6.88 cm respectivamente, estos resultados superaron en un 10.44% en promedio con respecto a los valores obtenidos en el presente experimento, ya que el promedio fue de 6.0 cm de diámetro polar.

Cuadro 5 Comparación de medias de variables de calidad del fruto diámetro polar, espesor de pulpa y número de lóculos para genotipos de tomate evaluados en el ciclo 2006-2007 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2007.

Genotipo	Diámetro polar (cm)	Espesor de pulpa (cm)	Número lóculos
Romina	6.2 a	0.77 b	4
Miramar	5.8 b	0.86 a	3
CV %	4.1	11.8	13.2
DMS	0.14 **	0.05 **	0.28 **

Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales al DMS ** Altamente significativo al 1%, * significativo DMS al 5% y NS no significativo, respectivamente.

4.5.3.- Diámetro ecuatorial de fruto

El ANOVA no registro diferencias significativas entre los tratamientos, genotipos ni la interacción TXG, determinándose un valor promedio de diámetro ecuatorial de 7.3 cm con un coeficiente de variación de 4.5 % (cuadro A5). Igualmente, zarate (2002) en el cultivo de tomate en invernadero no encontró diferencias significativas en las variables diámetro polar y ecuatorial. Estos resultados concuerdan con Aguilar (2002) quien reportó para los híbridos Andre y Gabriela con 7.1 y 6.3 cm respectivamente y con Gómez (2003) quien reportó un valor promedio de 7.0cm. El diámetro ecuatorial de estos híbridos evaluados coinciden con las normas mexicanas de calidad (Vásquez, 1999).

Avalos (2003) en esta variable encontró diferencias altamente significativas, los tratamientos mejores fueron para los genotipos (Andre, 25 % y 37.5 % vermicompost), con una media de 7.59 y 7.46 cm., respectivamente. Estos resultados superaron a lo obtenido en el presente experimento ya que en este se obtuvo un valor promedio de 7.3 cm para diámetro ecuatorial, superándolo solo en un 3 %.

4.5.4.- Espesor de pulpa

Para esta variable el análisis de varianza no encontró diferencia significativa en tratamiento ni la interacción TXG (cuadro A2) solo presentó diferencias altamente significativo al ($p \leq 0.01$) en genotipos registrando un valor promedio de 0.82 cm con coeficiente de variación de 11.8 %. En el cuadro 5 se muestra que el genotipo Miramar mostró mayor valor para espesor de pulpa con 0.86 cm.

En el presente experimento se encontraron valores que oscilaron de 0.96 a 0.73 cm de espesor de pulpa superiores en un 23.8% con respecto a los obtenidos por Acosta (2003) quien evaluando tomate con niveles de vermicompost encontró diferencia significativa entre los tratamientos, reportando valores de 0.65 y 0.63 cm de espesor.

4.5.5.- Número de lóculos

En el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre los genotipos evaluados y no significativo entre tratamientos ni para la interacción TXG (cuadro A2). Se determinó un valor promedio de 4 lóculos y un coeficiente de variación de 13.2 %. En el cuadro 5 se observa que el número de

lúculos del genotipo Romina presentó el mayor valor con 4 lúculos mientras que Miramar obtuvo 3 lúculos.

En el presente experimento se encontraron 4 lúculos para el genotipo Miramar, superiores a los obtenidos por Moreno *et al.* (2004) quienes evaluaron tomate en condiciones de invernadero reportaron 5 lúculos para el genotipo Andre. Adicionalmente Ríos (2002) reportó 5 lúculos por fruto. Los resultados del presente experimento no concuerdan con Aguilar (2002) que registró para los híbridos Andre y Gabriela 5 y 3 lúculos por fruto respectivamente.

En esta variable Avalos (2003) en un estudio de tomate en invernadero encontró que los genotipos Adela y Andre mostraron el valor más alto en el tratamiento al 37.5 % de vermicompost con 5 y 4.8 lúculos por fruto por lo que tuvo efectos satisfactorios.

Los resultados obtenidos fueron similares a lo obtenidos por López (2003) quien evaluando los híbridos de tomate en invernadero con solución nutritiva reportó para esta variable un promedio de 4 lúculos por fruto. En esta variable Acosta (2003) al evaluar tomate en invernadero con niveles de vermicompost no encontró diferencia significativa entre tratamientos, reportando 4 lúculos por fruto, por lo tanto sus resultados concuerdan con los valores obtenidos en el presente experimento.

4.5.6.- Sólidos solubles

El análisis de varianza no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, genotipos y la interacción TXG (cuadro A2), obteniéndose un valor promedio de 4.4 °Brix (cuadro 6) y un coeficiente de variación de 6.05 %.

Para la variable sólidos solubles los resultados obtenidos difieren a lo reportado por Gómez (2003) quien reportó un valor promedio de 7.6 °Brix, y a los citados por Ríos (2002), evaluando genotipos de tomate en invernadero reporta para el genotipo Adela 5.3 °Brix. Estos resultados no concuerdan con los resultados obtenidos por Aguilar (2002) y Ríos (2002) quienes reportan valores de 5.6 a 4.5 °Brix en los cultivares de Andre, Gabriela y Bosky, y son similares a lo obtenido por Santiago (1995) evaluando tomate en invernadero reporta que los frutos presentaron de 4.0 a 5.0 °Brix.

Cuadro 6 Comparación de medias para las variables de calidad del fruto diámetro ecuatorial y sólidos solubles de tomate en los tratamientos evaluados en mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones de invernadero en el ciclo 2006 – 2007 en la Comarca Lagunera, UAAAN, UL.

Tratamiento	Genotipo	Diámetro ecuatorial (cm)	Sólidos solubles (°Brix)
T1	Miramar	7.4	4.6
T2	Miramar	7.4	4.5
T3	Miramar	7.1	4.3
T4	Miramar	7.6	4.6
T1	Romina	7.3	4.5
T2	Romina	7.1	4.4
T3	Romina	7.2	4.3
T4	Romina	7.4	4.4
CV %		4.5	6.05
DMS		NS	NS
Media		7.3	4.4

Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales al DMS ** Altamente significativo al 1%, * significativo DMS al 5% y NS no significativo, respectivamente.

Los resultados obtenidos en el presente experimento fueron semejantes a los reportados por Acosta (2003) quien evaluando tomate en invernadero no encontró diferencia significativa entre los tratamientos y determinó un promedio de 4 °Brix para todos los tratamientos evaluados.

Zarate (2002) evaluó tomate en invernadero con vermicompost y encontró diferencias altamente significativas, para la variable sólidos solubles el tratamiento con mayor contenidos de sólidos solubles fue el T4 (50% vermicompost de estiércol de cabra con paja de alfalfa + Zacate chino) con 5.6 Brix el cual supera en 21.3% al valor promedio registrado en el presente experimento.

Avalos (2003) en un estudio realizado en tomate bajo condiciones de invernadero con vermicompost en la variable sólidos solubles encontró diferencias significativas entre tratamientos determinando que los tratamientos al 37.5 y 25 % de vermicompost presentaron los más altos valores con 6.2 y 5.85 °Brix respectivamente, superando en un 26.9 % al valor promedio registrado en el presente experimento.

De acuerdo con Osuna (1983), (FAO, 2003) los valores promedios de sólidos solubles obtenidos se consideran de buena calidad para su venta al mercado ya que, los tomates para procesado y consumo en fresco deben contar con un contenido de sólidos solubles que oscilen entre 4.4 y 5.5 °Brix y los valores registrados en el presente experimento presentaron un valor de 4.4 °Brix.

4.6.- Floración

El análisis de varianza no presentó diferencias significativas en tratamientos pero si mostró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) en genotipos y significativa ($P \leq 0.05$) en la interacción tratamiento por genotipo, presentando una media de 72 ddt y con un coeficiente de variación de 4.6 %. Con siete días de diferencia el genotipo Miramar fue más precoz que Romina (Cuadro 7). Estos resultados coincidieron con los valores obtenidos por Lara (2005) quien reportó para esta variable de 64 y 81 dds a floración. Mientras que Borrallas

(2006) reportó un promedio de 60 dds a floración, resultando 12 días más precoz la floración obtenida.

Cuadro 7 Comparación de medias para las variables inicio de floración y número de nudos en los tratamientos evaluados en mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones de invernadero, en el ciclo 2006-2007 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2007.

Tratamiento	Genotipo	Inicio de floración (dds)	Número de Nudos
T1	Miramar	67 e	31 dc
T2	Miramar	67 e	29 d
T3	Miramar	72 dc	32 dc
T4	Miramar	69 ed	36 a
T1	Romina	78 a	33 b
T2	Romina	75 abc	30 cd
T3	Romina	74 bc	32 bc
T4	Romina	77 a	30 cd
CV %		4.6	6.2
DMS		3.88**	2.28**
Media		72	31.5

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%. ** altamente significativo DMS al 1%. NS= no significativo, respectivamente.

En general, el genotipo Miramar evaluado con fertilización orgánica con el 50 y 34 % de vermicompost superaron en precocidad a los que fueron fertilizados inorgánicamente en 3 %, en la aparición del primer racimo, con una media de 67 dds. Los datos registrados fueron superados por los obtenidos por De León (2004), quien menciona que el segundo racimo inicia a los 24.1 ddt para el genotipo Andre al evaluarlo en 50% de vermicompost y 50% de arena.

Las diferencias en cuanto a la precocidad a floración pueden atribuirse al contenido de elementos nutritivos de los vermicomposts utilizados en ambos trabajos así como a las condiciones ambientales.

Los resultados de este experimento no concuerdan con los citados por Rodríguez (2002), quien evaluando genotipos de tomate en invernadero reportó

valores en el primer ciclo (1999 – 2000) de 56 a 68 días después de la siembra (dds). Pero coinciden con los citados por López (2003) quien registró una media de 70.6 dds mostrando valores a inicio de floración de 68 y 75.4 días después de la siembra.

4.7.- Número de Nudos

En esta variable el análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos y la interacción TXG y no significativo para genotipos, con una media de 31.5 nudos con un coeficiente de variación de 6.2 %. En la comparación de medias se muestra que la combinación Miramar con testigo presentó el mayor valor con 36 nudos mientras que Romina con el tratamiento 34 % de vermicompost y el testigo mostraron el menor valor con 30 nudos (cuadro 7).

Los resultados de este experimento no concuerdan con los citados por Lara (2005) quien al estudiar tomate, en condiciones de invernadero, reportó que el mayor número de nudos fue de 41 nudos con el genotipo Big beef en el sustrato arena + solución nutritiva y el menor número fue de 33 nudos con el genotipo Red chief en el sustrato arena 50%+50% de vermicompost.

V. CONCLUSIONES

Como primera conclusión es importante destacar que ambos genotipos, Miramar y Romina, en todos los tratamientos orgánicos lograron completar su ciclo vegetativo por lo que es factible suponer que el vermicompost satisface la demanda nutricional del cultivo de tomate.

En rendimiento, respecto a las fuentes de fertilización, la fertilización inorgánica fue la mejor sin embargo, por su naturaleza inorgánica, su uso no es permisible en los sistemas de producción orgánica; no obstante, el sistema de producción con abonos orgánicos (vermicompost) representa una alternativa adecuada para producciones sustentables, pues además el manejo contra plagas y enfermedades fue a base de insumos orgánicos. Los mejores tratamientos fueron el testigo con los genotipos Miramar y Romina con fertilización inorgánica con un promedio de producción de 181.4 y 155.99 t•ha⁻¹ respectivamente así como con el tratamiento de 50%, vermicompost con el genotipo Miramar ya que presento un rendimiento promedio de 140.97 t•ha⁻¹.

De acuerdo al análisis de varianza en el desarrollo del experimento, se pueden generar las siguientes conclusiones:

Existen diferencias altamente significativas para la variable rendimiento sobresaliendo los tratamientos testigo, con 168.7 t•ha⁻¹ respectivamente mientras

que el tratamiento al 34% de vermicompost presentó el menor rendimiento con $118.3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Para las variables de calidad se encontraron diferencias altamente significativas solo entre genotipos en: diámetro polar, espesor de pulpa y número de lóculos por fruto, en el resto de las variables no presentaron diferencias.

En la variable espesor de pulpa aunque no se encontró diferencia significativa el tratamiento testigo con el genotipo Miramar presentó el mayor espesor con 0.96 cm y Miramar con vermicompost al 50 % con 0.90 cm.

En floración con siete días de diferencia del genotipo Miramar fue más precoz que Romina de acuerdo a estos resultados los tratamientos Miramar al 34 y 50% de la mezcla vermicompost-arena pueden ser ampliamente recomendados para la producción comercial bajo condiciones de invernadero ya que en rendimiento fueron estadísticamente iguales al genotipo Miramar y con esto se puede comprobar que el vermicompost se puede considerar como un medio de crecimiento adecuado para producción orgánica en invernadero, además de reducir costos de producción en cuanto a manejo de fertilizantes aplicados al cultivo, por ser un abono orgánico que cubre las necesidades nutrimentales, en este caso para el cultivo de tomate.

VI. RESUMEN

En los sistemas modernos de producción, el cultivo en sustrato orgánico usando productos como los vermicomposts, pueden llegar a constituirse en una herramienta que ayude a optimizar el uso de los recursos no renovables y afectar en menor medida al ambiente así como la salud del consumidor.

Durante el Otoño-Invierno del 2006- 2007 se estableció un experimento de tomate en invernadero con riego por goteo, usando como sustrato de crecimiento mezclas de arena con vermicompost, con el objetivo de determinar el comportamiento de dos genotipos de tomate en invernadero, y establecer la concentración óptima de la mezcla vermicompost:arena para satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo de tomate.

La siembra se efectuó el 6 de octubre del 2006 para el genotipo Miramar mientras que el genotipo Romina se sembró el 20 de octubre, ambos en charolas germinadoras de 200 cavidades, con sustrato de Peat most®, el transplante se realizó a los 25 dds en macetas de 25 kg. Se usó como sustrato vermicompost mezclado con arena (previamente esterilizada), ya una vez realizada la mezcla se realizó el llenado de las macetas. La mezcla de vermicompost con arena se realizó con diferentes niveles de ambos materiales, las macetas se instalaron en doble hilera con arreglo a tresbolillo espaciadas a 30 cm entre plantas. El diseño experimental fue completamente al azar con seis repeticiones con un arreglo factorial 4x2 y la unidad experimental de 48 plantas. Factor A sustratos: T1=

Arena:vermicompost (50%:50%), T2= Arena:vermicompost (66%:34%), T3= Arena:vermicompost (75%:25%) y T4= Arena+solución nutritiva (testigo) y como factor B genotipos: Miramar y Romina.

Aunque no hubo interacción entre genotipo y tratamiento la mejor combinación fue tratamiento testigo con los dos genotipos en el cual se obtuvo $181.35 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ para el genotipo Miramar y $155.9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ para el genotipo Romina y de los tratamientos orgánicos fue Miramar con 50% de vermicompost con $140.97 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, mientras que la peor combinación fue Romina al 50% de vermicompost con $97.6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. El peso promedio de los frutos osciló de 176.9 a 153.1 g, el tamaño del fruto que esta dado por medidas longitudinales y ecuatoriales en cm, fue el genotipo Romina quienes presenta el mayor tamaño. En la variable sólidos solubles no hubo efecto de tratamientos ni genotipos. Igualmente, todos los tratamientos fueron iguales estadísticamente en: peso, forma y diámetro ecuatorial de fruto.

La producción de tomate en invernadero con riego por goteo y sustrato de arena con vermicompost permite que las plantas se desarrollen con mayor vigor incrementando su rendimiento y calidad.

VI. LITERATURA CITADA

- Acosta, B. B. 2003. Producción Orgánica de Hortalizas con Vermicompost bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN-UL, Torreón Coahuila México pp. 65-66.
- Aguilar, A., C. P. 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila, México. 36 p.
- Aguilera, G., S. 2002. Efecto de la Vermicompost en Chile Chilaca (*Capsicum annum* L), bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL Torreón, Coahuila, México. 63 p.
- Avalos, G., L. C. 2003. Rendimiento y Calidad de dos híbridos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), en vermicompost bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 47 p.
- Barrios-Capdeville, O. 2004. Construcción de un Invernadero. Fundación de comunicación, Capacitación y Cultura del Agro (FUCOA). Pp. 15 y 30.
- Borrallas V. L. (2006). Te de composta en la Producción orgánica de tomate bajo condiciones de invernadero. . Tesis de licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio narro unidad laguna.
- Burés, S. 1997. Sustratos. Edit. Ediciones AGROTECNIA S.L. España. Pp. 7, 8 y 18.
- Brentlinger D. 2002. Certified organic tomato production. Disponible en: <http://www.cropking.com/organic.shtml>. fecha de recuperación: 4 de Octubre 2007.
- Carmen, F. And Morales, B. 2003. Los abonos orgánicos Vs los abonos inorgánicos. SEPIA X. Pp. 2. Disponible en: http://www.sepia.org.pe/apc-aa/img_upload/775af77daab7e80bec63351aed95f78a/carmenfm.pdf. Fecha de recuperación: 6 de noviembre 2007.

- Cano, R., P., Rodríguez, D., N., Chavez, G., J., F. y Chew, M., Y., I. 2002. Producción de Híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero en época de escasez. *In: Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED*. ISBN: 968-6404-34-1. Septiembre del 2002. Pp. 233 y 235.
- Cano, R., P., López, E., J., I., Rodríguez, D., N. y Chew, M., Y., I. 2003. Nuevos híbridos de tomate bola para producción en invernadero en la Comarca Lagunera. *In: Memoria de la XV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED*. ISBN: 968-6404-66-X. Septiembre 2003. P. 315.
- Cano, R., P., Moreno, R., A., Márquez, H., C., Rodríguez, D., N. y Martínez, C., V. 2004. Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la Comarca Lagunera. *In: Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción Torreón, Coah, México, Octubre 13, 14 y 15 del 2004*. Pp. 109 y 110.
- Cano, R., P., Márquez, H., C., Figueroa, V., U., Rodríguez, D., N., Martínez, C., V., y Moreno, R., A. 2005. Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la Comarca Lagunera. *In: Memorias de la XVII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED*. ISBN: 968-6404-90-2. Septiembre 2005. P. 40.
- Cervantes-Flores, M. A. (s/f). Abonos orgánicos. Centro de Formación Profesional Agraria. E.F.A. CAMPOMAR. P. 6. Disponible en: http://www.suelovivo.cl/Documentos/abonos_organicos.pdf. Fecha de recuperación: 4 de noviembre 2007.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2002. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, coahuila.
- De León, R. W. R. (2004). Evaluación de compostas y sustratos inertes en tomate bola bajo invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL
- Diez, J. M. 1999. Tipos varietales. *In: El Cultivo del Tomate*. (Ed.) F. Nuez Editorial Mundi-Prensa México. Pp. 95-129.
- Fundación Salvadoreña Para La Promoción Social y El Desarrollo Económico (Funsalproduce). 2000. Establecimiento, manejo y aplicación de abono orgánico. San Salvador 7 p. Disponible en <http://www.funsalprodese.org.sv/PDF/Abonos%20org%C3%A1nicos.pdf>
Fecha de acceso: 19/09/07
- Garza-Arizpe, M. 2004. Perspectivas para la Producción de Tomate en Invernadero en el Estado de Nuevo León. *In: 2do. Simposium Internacional de Producción de Cultivos en Invernadero*. Ch C Leal, J AG Garza (Eds) del 20 y 21 de mayo 2004 en Monterrey Nuevo León, fundación UANL y Facultad de Agronomía de UANL. Pp. 1 y 2.

- Gómez, C. M. A. y Gómez, T. L. 1999. El mercado mundial de la hortofruticultura orgánica en México. VII Congreso de Horticultura. 25 al 30 abril de 1999, Manzanillo, Col.
- Gómez, L. F. 2003. Comparación de dos genotipos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en mezclas de vermicompost – arena bajo condiciones de invernadero en la comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coahuila, México. Pp 63 y 64.
- Guajardo, Q. R. Y Villezca, B. P. 2004. Estudio del Mercado del Tomate para el Área Metropolitana de Monterrey. In: 2do. Simposium Internacional de Producción de Cultivos en Invernadero. Ch C Leal, J AG Garza (Eds) del 20 y 21 de mayo 2004 en Monterrey Nuevo León, fundación UANL y Facultad de Agronomía de UANL. Mayo, 2004. P. 5
- Howard, M. R. 2001. Cultivos Hidropónicos. Edit. Ediciones Mundi-Prensa. 5ta. Edición. España. Pp. 359-365.
- Jara, P., E., Villegas, A., Sánchez, P., Trinidad, A., Muratalla, A. y Martínez, A. 2003. Crecimiento vegetativo de frambuesa (*Rubus idaeus* L.) 'Autumn bliss' con la aplicación de vermicompost asociada con lupino (*Lupinus mutabilis* Sweet.). Revista Peruana de Biología. Pp. 5 y 6. Disponible en <http://csi.unmsm.edu.pe/unmsm/A/Biologia/10-1/RPB10-044.pdf>. Fecha de recuperación: 4 de septiembre 2007.
- Jara, P., E., Villegas, M. A. y Sánchez, G. P. 2002. Contenido de N, P, K y rendimiento de frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) 'Autumn bliss' orgánico asociada con lupino (*Lupinus mutabilis* Sweet.) (Concentration of N,P, K and yield of red raspberry (*Rubus idaeus* L.) 'Autumn bliss' organic intercropped with lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet.), *Rev. peru. biol.* **9(2)**: 84 - 93 (2002). P. 2
- Lara, C. E. 2005. Evaluación de genotipos de tomate orgánico bajo invernadero en la comarca lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL, Torreón Coahuila, México. Pp. 33 y 54.
- Lara-Herrera, A. 2000. Manejo de la Solución Nutritiva en la Producción de Tomate en Hidroponía. *Terra*. 17(3):223-226. Pp. 223 y 224.
- Lara-Herrera, A. 2004. Producción de intensiva de cultivos en invernaderos con hidroponía. In: 2do. Simposium Internacional de Producción de Cultivos en Invernadero. Ch C Leal, J AG Garza (Eds) del 20 y 21 de mayo 2004 en Monterrey Nuevo León, fundación UANL y Facultad de Agronomía de UANL. Pp. 29.

- Leal, I. J., Alcorta, G. E. y Rodríguez, F. H. 2004. Modelado de Clima en Invernadero Considerando las Condiciones de la Región Noreste de México. En: 2do. Simposium Internacional de Producción de Cultivos en Invernadero. Ch C Leal, J AG Garza (Eds) del 20 y 21 de mayo 2004 en Monterrey Nuevo León, fundación UANL y Facultad de Agronomía de UANL. Pp. 14.
- Linares, O. H., Arellano, F. T., Quezada, M. R. y Flores, V. J. 2004. Manual del Participante Propagación de Plantas. p. 6
- López, E. J. I. 2003. Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en otoño invierno del 2001- 2002 en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coah. Méx.
- López-Gálvez, J. y Salinas-Andujar, J. A. (s/f). Efectos ambientales y tecnología en el sistema de cultivo forzado. 19 p. Disponible en: [http://www.dipalme.org/Servicios/Anexos/anexosiea.nsf/VAnexos/IEA-SAA-c3/\\$File/SAA-c3.pdf](http://www.dipalme.org/Servicios/Anexos/anexosiea.nsf/VAnexos/IEA-SAA-c3/$File/SAA-c3.pdf). Fecha de recuperación: 3/08/07.
- Márquez, H. C. y Cano, R. P. 2004. Producción de tomate orgánico bajo invernadero. In: 2do. Simposium Internacional de Producción de Cultivos en Invernadero. Ch C Leal, J AG Garza (Eds) del 20 y 21 de mayo 2004 en Monterrey Nuevo León, fundación UANL y facultad de agronomía de UANL. Pp. 1-11.
- Márquez, H. C., Cano, R. P., Chef, M. Y. I., Moreno, R. A. Y Rodríguez, D. N. 2006. Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. Revista Chapingo. Serie Horticultura 12(2): 183 – 189,2006, Universidad Autónoma Chapingo, México. Pp. 183-188.
- Márquez, H. C., Cano, R. P. y Martínez, C. V. 2005. Fertilización orgánica para la producción de tomate bajo invernadero. In: Olivares S.E. (ed). Tercer simposio internacional de producción de cultivos en invernadero. UANL. Facultad de Agronomía. Monterrey, N.L. México p. 14.
- Martínez, G. K. 2002. Producción y normas para exportación de tomate en invernadero. p. 6. Disponible en http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort03/Ponencia_07.pdf Fecha de recuperación 19/09/07.
- Moguer, Z. M. B., Oliva, LI. M. A., Rincón, R. R. Y Gutiérrez, M. F. A. 2006. Vermicompost complementada con Diazótrofos y Diazótrofo 11b para usarse como abono en el cultivo de maíz, In: Memorias del 1er Congreso Estatal de Biotecnología en Chiapas, *el cromosoma. Año 2, Núm.2 (31-120) Agosto de 2006.*

- Moreno, R. A. y Aguilera, G. S. 2002. Efecto de la Vermicompost en Chile chilaca (*Capsicum annum L.*) bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, Torreón, Coahuila, México. Pp. 5. Disponible en http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort03/Cartel_01.pdf. Fecha de acceso 19/09/07.
- Moreno, R. A., Gómez, F. L., Cano, P. R., Martínez, C. V., Reyes, C. J. L. y Rodríguez D. N. 2004. Comportamiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en mezclas de vermicompost y arena en invernadero. http://www.uaaan.mx/DirInv/Resul_PI04/MEMORIA_2004/AgricSustentable/AMorenoResendez.doc. Fecha de acceso 18 de agosto 2007.
- Moreno, R. A. 2005. Origen, importancia y aplicación de vermicompost para el desarrollo de especies hortícolas y ornamentales. Departamento de suelos UAAAN-UL. Pp. 15
- Moreno, R. A., Cano, R. P. y Rodríguez, D. N. 2005. La vermicompost : un medio de crecimiento potencial para el desarrollo de las especies vegetales. In: Memorias de la XVII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. ISBN: 968-6404-90-2. Septiembre 2005. P. 5
- Nafate, M. C., Oliva, L. M. A., Dendooven, L., Rincón, R. R. y Gutiérrez, M. F. A. 2006. Producción Orgánica de Jitomate Utilizando Vermicompost de Excretas de Borrego. In: Memorias del 1er Congreso Estatal de Biotecnología en Chiapas, Año 2, Núm.2 (31-120) Agosto de 2006.
- Ndegwa, P. M., S. A. Thompson and K.C. Dass. 2000. Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids. *Biores. Technol.* 71:512.
- Olivares, S., E. y Benavides, P., J. 2004. Proyectos de Invernaderos de la Universidad Autónoma de Nuevo León.). In: Tercer simposio internacional de producción de cultivos en invernadero. UANL. Facultad de Agronomía. Monterrey, N.L. México. P. 1.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2003. Programa conjunto FAO/OMS sobre las normas alimentarias. Comisión de codex alimentarios Salvador (Bahía), Brasil. 56 p.
- Osuna, G. A. 1983. Resultados de la investigación Tomates para uso industrial en el Edo. de Morelos. 1980- 1982. SARH. INIA, CITAMC CAEZ. México.
- Reines, A. M. 1998. Lombrices de Tierra con Valor Comercial (Biología y Técnicas de Cultivo). Universidad de la Habana, Cuba; Departamento de Biología Animal y Humana. Pp. 7 y 24.
- Requejo, L. R., Escobedo, B. L. y García, O. H. 2004. Producción y calidad del tomate bajo el cultivo sin suelo. (Production and quality of tomato in soil-less culture). UAAAN. Saltillo, Coahuila Pp. 6.

- Reyes A. J. C., Ferrera, C. R. y Alarcón, A. (s/f). Aplicación de Vermicompost y Hongos Micorrízicos en la Producción de Planta de Aguacate en Vivero. Fundación Salvador Sánchez Colín. CICTAMEX S.C. Pp. 84 y 86.
- Riggle, D. 1998. Vermicomposting research and education. *ByoCycle*. 5:54-56. Disponible en: <http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/may98.htm>. Fecha de recuperación 12 de agosto de 2007.
- Ríos, J. A. 2002. Evaluación para rendimiento y calidad de fruto de los híbridos de tomate bola (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 59 p.
- Rodríguez, D. N. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) Bajo condiciones de invernadero en Otoño-Invierno en la Comarca Lagunera. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Pp. 15-18.
- Rodríguez, D. N., Cano, R. P., Favela, C. E., Figueroa, V. U., de Paul, A. V., Palomo, G. A., Márquez, H. C. Y Moreno, R. A. 2007. Vermicompost como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo serie Horticultura* 13(2):185-192.
- Rodríguez-Absi. J. 2004. Modelos de Ferti-irrigación en la Producción de Cultivos en Invernadero. *In: 2do. Simposium Internacional de Producción de Cultivos en Invernadero.* Ch C Leal, J AG Garza (Eds) del 20 y 21 de mayo 2004 en Monterrey Nuevo León, fundación UANL y Facultad de Agronomía de UANL. P. 5
- Romero-Lima, M., Trinidad-Santos, A. y García-Espinosa R. 2000. Producción de Papa y Biomasa Microbiana en Suelo con Abonos Orgánicos y Minerales, *Revista agrociencia*, Vol. N° 34, Numero 3. P. 15.
- Samperio, R. G. 2004. Un paso más en la hidroponía. Edit. Diana, S.A. de C.V. 1ra. Edición. México. Pp. 57-71.
- Sánchez, B. F. Y Favela, Ch. E. 2002. Manual. Propagación de plantas. UAAAN-UL, Torreón, Coahuila, México Pp. 10-12.
- Sánchez, H. J. J. 2003. Evaluación de Tomate bajo condiciones de Invernadero en dosis de vermicompost en primavera-verano en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN-UL, Torreón Coahuila, México. p. 58.
- Santiago, N., J. 1995. Evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones de invernadero, criterios fenológicos y fisiológicos. Tesis, Buena Vista Saltillo, Coahuila, México. Pp. 55 y 56.
- SAS. 1998. Statistical Analysis System (SAS) version 6.12 (SAS, 1998). Edition Cary N:C:United States of America.

- Serrano, C. Z. 2002. Construcción de invernaderos. Edit. Ediciones Mundi-Prensa. 2da. Edición. España. Pp. 42 y 43.
- Toral, F. J. R., Pérez G. A, Correón A. J., Martínez R. J. L., Rodríguez R. R. y Casas S. J. F. 2005. Niveles de Fertilización Orgánica Mediante Vermicompost en el cultivo de la jamaica. *In: Memorias de la XVI Semana de Investigación Científica, Avances en la Investigación Científica en el CUCBA*, ISBN: 970-27-0770-6, P. 196.
- Trinidad-Santos, A. 2000. El Uso de Abonos Orgánicos en la Producción Agrícola, Sistemas de Agronegocios Agrícolas. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. Pp. 1,4, 5 y 6.
- Tuzel, Y., Yagmur, B & Gumus. 2003a. Organic tomato production Under Greenhouse conditions. *Acta Hort* 614: 775 – 780.
- Urrestarazu, G. M. 2004. Tratado del cultivo sin suelo. Edit. Mundi-Prensa. 3ra. Edición. España. Pp. 70, 73 y 75.
- Vásquez A., J. 1999. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano hortalizas frescas- Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) especificaciones. Programa de inocuidad alimentaria. Normas oficiales Mexicanas. Pp. 2-18.
- Zarate, L., T. 2002. Respuesta Fisiológica del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en cuatro substratos de vermicompost en diferentes niveles. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 63p.
- Zulueta R. R, Trejo A. D, Laura C. L, López M. H., And Moreira A. C. E. 2006. Los abonos naturales. *Revista de Divulgación Científica y Tecnología de la Universidad Veracruzana*. 19(2). Disponible en: <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol19num2/articulos/abonos/index.html>. Fecha de recuperación: 4 de noviembre 2007.

VII. APÉNDICE

Cuadro A1. Cuadrados medios y significancia estadística de los ANOVA realizados, para las variables rendimiento, número de frutos e inicio de cosecha en los tratamientos utilizados para la producción de tomate en invernadero en el periodo Octubre – Mayo (2006-2007) en la UAAAN-UL.

FV	GI	Rendimiento	Número de frutos	Inicio de cosecha
Tratamiento T	3	6834.1 **	48.68 **	273.6 **
Genotipo G	1	7630.4 **	540.0 **	96.3 NS
TxG	3	1017.3 NS	16.9 NS	27.3 NS
Error	40	486.2	8.4	37.6
CV%		16.5	12.1	3.9
Media		133.4	24	155

** Altamente significativo al 1% * significativo al 5 % y NS no significativo

Cuadro A2. Cuadrados medios y significancia estadística de los ANOVA realizados, para las variables °Brix, espesor de pulpa y número de lóculos, en los tratamientos utilizados para la producción de tomate en invernadero en el periodo Octubre – Mayo (2006-2007) en la UAAAN-UL.

FV	GI	°Brix	Espesor de pulpa	Número de lóculos
Tratamiento T	3	0.101NS	0.016N S	0.125N S
Genotipo G	1	0.140NS	0.101**	16.33**
TxG	3	0.008 NS	0.035N S	0.387 NS
Error	40	0.072	0.009	0.236
CV%		6.05	11.8	13.2
Media		4.4	0.82	4

** Altamente significativo al 1% * significativo al 5 % y NS no significativo

Cuadro A3. Cuadrados medios y significancia estadística de los ANOVA realizados, para las variables forma, peso del fruto y diámetro polar en los tratamientos utilizados para la producción de tomate en invernadero en el periodo Octubre – Mayo (2006-2007) en la UAAAN-UL.

FV	GI	Forma	Peso de fruto	Diámetro polar
Tratamiento T	3	0.44NS	477.9N S	0.079N S
Genotipo G	1	0.33NS	20.28N S	1.33**
TxG	3	0.00 NS	199.9N S	0.060 NS
Error	40	0.18	314.5	0.067
CV%		15.5	10.8	4.1
Media		3	163.8	5.9

** Altamente significativo al 1% * significativo al 5 % y NS no significativo

Cuadro A4. Cuadrados medios y significancia estadística de los ANOVA realizados, para las variables altura de planta, inicio de floración y número de nudos en los tratamientos utilizados para la producción de tomate en invernadero en el periodo Octubre – Mayo (2006-2007) en la UAAAN-UL.

FV	GI	Altura de planta	Inicio de floración	Número de nudos
Tratamiento T	3	3661.1 **	6.38 NS	26.6**
Genotipo G	1	1530.0 NS	630.7 **	11.02 NS
TxG	3	313.7 NS	41.9 *	44.6 **
Error	40	583.4	11.1	3.82
CV%		11.4	4.6	6.2
Media		212.4	72	31.5

** Altamente significativo al 1% * significativo al 5 % y NS no significativo

Cuadro A5. Análisis de varianza realizado, para la variable diámetro ecuatorial, en los tratamientos utilizados para la producción de tomate en invernadero en el periodo Octubre – Mayo (2006-2007) en la UAAAN-UL.

FV	GI	SC	CM	F Cal	P>F
Tratamiento T	3	0.6522	0.2174	1.96	0.1351NS
Genotipo G	1	0.1752	0.1752	1.58	0.2158 NS
TxG	3	0.1489	0.0496	0.45	0.7200 NS
Error	40	4.43	0.1107		
Total	47	5.40			
CV%	4.5				
Media	7.3				

**altamente significativo al 1% *significativo al 5 % y NS no significativo