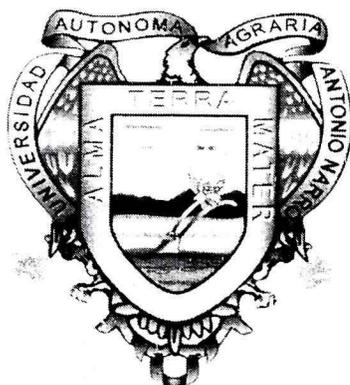


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE TOMATE BOLA EN
VERMICOMPOSTA BAJO INVERNADERO**

POR:

REY IDAEL PARTIDA MORALES

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO -

DICIEMBRE DEL 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE TOMATE BOLA EN
VERMICOMPOSTA BAJO INVERNADERO**

TESIS DE

REY IDAEL PARTIDA MORALES

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTIRA

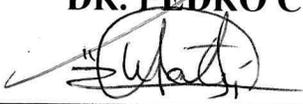
APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL



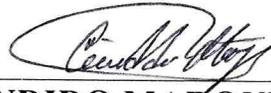
DR. PEDRO CANO RÍOS

ASESOR



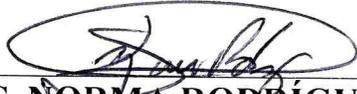
ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR

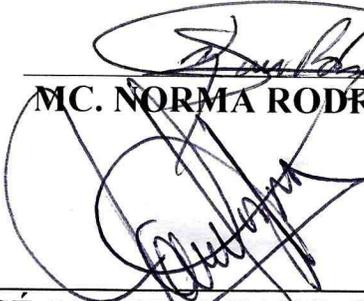


MC. CANDIDO MARQUEZ HERNANDEZ

ASESOR

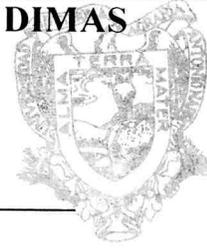


MC. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS



M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA MÉXICO

**de Carreras Agronómicas
DICIEMBRE DEL 2005**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE TOMATE BOLA EN VERMICOMPOSTA BAJO
INVERNADERO**

TESIS DE

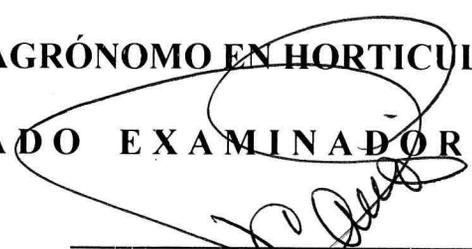
REY IDAEL PARTIDA MORALES

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

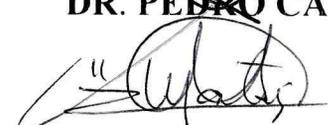
JURADO EXAMINADOR

Presiente:



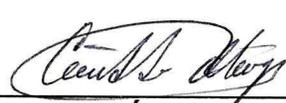
DR. PEDRO CANO RÍOS

Primer vocal:



ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

Segundo vocal:

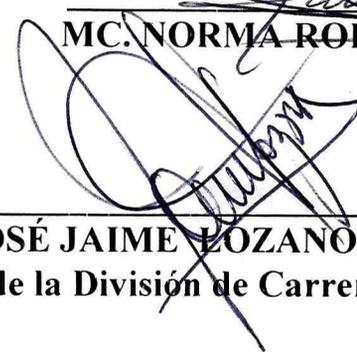


MC. CANDIDO MÁRQUEZ HERNÁNDEZ

Tercer vocal:



MC. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS



MC. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas


Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2005

AGRADECIMIENTOS

A mi "Alma Terra Mater", por la oportunidad que me brindo en formarme como un profesionista más en México para servir a todos los campos de mi país, ya que es el único país en donde se pueden encontrar todos los climas adecuados para sembrar cualquier tipo de cultivo que le sea al ser humano y junto con su familia su alimentación diaria.

Al Ph. D. Pedro Cano Ríos por la planeación, diseño del experimento y por permitirme participar en el presente proyecto de investigación.

Al Ing. Víctor Martínez Cueto, MC. Cándido Márquez Hernández y MC. Norma Rodríguez Dimas, por los invaluable apoyos en la realización de este documento.

A la Fundación Produce Coahuila, Fundación Produce Durango y al Patronato para la Investigación Agropecuaria de la Laguna por haber proporcionado el financiamiento para la realización de la presente investigación.

En especial a MC. Norma Rodríguez Dimas por su valioso apoyo en cuanto a la formación de la práctica en el tiempo que se llevo acabo el ciclo del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Aprendí bastante del cultivo junto con mis compañeros Luis Ramírez Estrada y Eduardo Lara de La Cruz.

A mis compañeros y amigos de mí generación. Compartí con ellos muy buenas experiencias y aprendí cosas buenas.

A todos los maestros. De alguna manera contribuyeron en mi formación académica, con su buena experiencia y conocimientos facilitaron mí culminación como profesionista, A todos, mil gracias.

DEDICATORIAS

Mil, pero mil gracias a mi madre: "Andrea Morales Reyes", que por su decisión fui concebido. Todo su esfuerzo y sacrificio me ha formado en un hijo ejemplar en mi familia. Me inculcó buenos valores en mi vida, desde niño hasta el grado que he alcanzado el día de hoy.

A mi esposa Maria del Rosario Mencias Altamirano. En poco tiempo va a concederme una hija. Gracias al amor, comprensión, en ella evite la soledad. Porque es una persona junto con mi familia siempre estará a mi lado. En donde yo falle ella me dará ánimos para seguir adelante y siempre estaremos unidos como una nueva familia.

A mis hermanos: Maria Inés, Artemisa, Hayde, Ismael, Lina Yadira. Y a mi padre, Fidencio Partida Verdín. Todos me dieron consejos, buenos ánimos para que yo siguiera adelante en mi vida profesional.

Le doy gracias a mi amigo Jesús. Desde el Cielo nunca me deja solo en el camino, en los errores y triunfos. Siempre estará conmigo, espero que como a mí me ha cuidado, cuide a los alumnos que aspiran en ser un profesionista y dar todo por la vida de los demás.

A todos ellos quiero decirles que soy una persona humilde; me esforcé mucho, en este mundo se tiene que sufrir para ser profesionista. Soy una persona de gran valor. Soy un ser social; ayude abrir muchas puertas. El convivir con personas de otras costumbres, tradiciones, me enriqueció de conocimientos; y a su vez, me transmitieron nuevos valores.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE APÉNDICE	x
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo	2
1.2. Hipótesis	2
1.3. Metas	2
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Generalidades del tomate	3
2.1.1. Origen	3
2.1.2. Clasificación Taxonómica	4
2.1.3 Descripción Botánica	4
2.1.4 Valor nutritivo	6
2.2 Producción de hortalizas en invernadero	7
2.3 Generalidades de invernadero	7
2.3.1 Posibles Ventajas	7
2.3.2 Posibles desventajas	8
3. LA MATERIA ORGÁNICA	9
3.1 Importancia de la materia orgánica	9
3.2 Principales Estados Productores De Orgánicos	10
3.3 Ventajas de la producción orgánica	10
3.4 Desventajas de la producción orgánica	10
3.5 Importancia económica y química de la vermicomposta	12

3.6	Características de la vermicomposta en su calidad	12
3.7	Propiedades físicas y químicas de la vermicomposta	13
3.7.1	Propiedades físicas	13
3.7.2	Propiedades químicas	13
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	15
4.1	Localización geográfica de la Comarca Lagunera	15
4.2	Localización del proyecto	15
4.3	Tipo y condiciones del invernadero	15
4.4	Clima	16
4.5	Sustrato	16
4.6	Genotipos	16
4.7	Manejo del cultivo	17
4.7.1	Fertilización y riegos	17
4.9	Control de plagas y enfermedades	18
4.10	Cosecha	18
4.11	Variables evaluadas	19
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1	Altura, número de nudo y precocidad	20
5.2	Calidad de fruto.	21
5.3	Rendimiento	23
5.3.1.	Frutos con daño fisiológico t ha ⁻¹	23
5.3.2.	Rendimiento de frutos de rezaga t ha ⁻¹	23
5.3.3.	Rendimiento de frutos de chico t ha ⁻¹	23
5.3.4.	Rendimiento de frutos de mediano t ha ⁻¹	24
5.3.5	Rendimiento de frutos de grande t ha ⁻¹	24
5.2.5	Rendimiento total de frutos de tomate	24

V. CONCLUSIONES	26
VI. RESUMEN	28
VII. LITERATURA CITADA	31
VIII. APENDICE	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales componentes del fruto del tomate (Chamarro, 1999).-----	6
Cuadro 2. Concentración de nutrimentos en el agua de riego tipo gotero (ppm). (Zaidan y Avidan, 1997). -----	18
Cuadro 3. Altura de planta en tomate en tres sustratos en vermicomposta y arena bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno. (UAAAN-UL 2005). -----	20
Cuadro 4. Número de nudo en tomate en tres tratamientos de sustratos con vermicomposta y arena bajo invernadero en otoño-invierno. (UAAAN-UL 2005).-----	21
Cuadro 5. Calidad de fruto de tomate en tres tratamientos de sustratos con manejo orgánico bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno. (UAAAN-UL 2005). en la Comarca Lagunera. -----	21
Cuadro 6. Rendimiento de frutos de tomate en t ha ⁻¹ en invernadero con tres tratamientos en otoño - invierno (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL. -----	23

ÍNDICE APÉNDICE

Cuadro A1 Cuadrado medio de crecimiento vegetativo de tomate por hectárea en invernadero, otoño - invierno (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN – UL.....	35
Cuadro A2 Cuadrado medio de las categorías del fruto de tomate grande, mediano, chico, en toneladas por hectárea en invernadero otoño – invierno(2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN - UL.	35
Cuadro A3 Cuadrado medio de las categorías del fruto de tomate rezaga, daños fisiológicos y total de rendimiento, en toneladas por hectárea en invernadero otoño - invierno (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN – UL.....	36
Cuadro A4. Cuadrado medio de la calidad del tomate en diámetro polar, diámetro ecuatorial, grados brix, espesor de pulpa, número de lóculos expresados en toneladas por hectárea en invernadero otoño – invierno (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN - UL.	36

I. INTRODUCCIÓN

En la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero se está utilizando la técnica de fertirrigación. Sin embargo, los fertilizantes químicos que se utilizan, proceden en su mayor parte de recursos no renovables lo cual implica que en el futuro se tendrá un déficit de estos insumos.

Antes de estas necesidades de subsistencia de los productos no renovables, es necesario la creación de nuevas técnicas generadoras de sustratos que sean ricos en elementos esenciales para las plantas a partir de los recursos renovables, tales como la biodegradación del estiércol con la lombriz de tierra o bien mediante bacterias.

Con lo anterior, se aprovecharía al máximo los nutrientes de estiércol para aportar las necesidades nutrimentales del tomate y mezclarlos con el medio inerte, para así crear un sustrato orgánico, además de incrementar los rendimientos en condiciones de invernadero.

Así pues, es necesario desarrollar un paquete tecnológico para producir tomate orgánico con alta calidad en época de escasez (Noviembre-Enero). Debido a las condiciones climatológicas adversas con que cuenta la mayoría de las regiones de nuestro país y que la agricultura de cielo abierto se ve reducida a solo pocos lugares. Para lograr lo anterior se debe de producir bajo condiciones de invernadero, evitando las pérdidas de rendimiento por factores climáticos, y mediante el empleo de insumos orgánicos. Originando así, buen precio en el producto final y sobretodo mayor rendimiento.

A finales del 2004 y principios de 2005 se presenta la escasez de tomate, generando mayor precio de venta en nuestro país, y el vecino EUA solo produce en Florida, ésta hortaliza está abarcando el 40% de su demanda, no suficiente para satisfacer su mercado interno; lo cual originó que México exportara parte de su producción y con ello alcanza.

precios de 30 pesos kilo al menudeo, por lo anterior, es necesario producir en invernaderos en esta época.

La utilización y reciclaje de materia orgánica para la producción de vermicomposta, tiene gran futuro, ya que por ejemplo, que la ciudad de México y municipios conurbanos se genera alrededor de 8,600 toneladas de desechos de comida y en la central de abasto se producen diariamente 700 toneladas de desperdicios y 900 toneladas de basura, las cuales la lombricultura o vermicomposteo, podría ser trasformada en un abono rico en elementos, similares para las plantas.

1.1 Objetivos

Evaluación de híbridos de tomate bola en vermicomposta bajo invernadero

Evaluar la producción y calidad de un genotipo de tomate en invernadero en vermicomposta

Determinar el efecto de dosificar la aplicación de vermicomposta

Obtener información confiable para implementar nuevas tecnologías en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero para la comarca lagunera

1.2 Hipótesis

El híbrido evaluado tiene buena adaptación a las condiciones de la Comarca Lagunera

Existen diferencias en rendimiento y calidad al dosificar la vermicomposta en el cultivo de tomate en condiciones de invernadero.

1.2 Metas

Contar con la evaluación del genotipo respecto a su comportamiento en rendimiento y calidad

Utilizar la vermicomposta de manera que los nutrientes contenidos en ésta sean lo mejor aprovechados posible

Tener información confiable para mejorar la tecnologías del cultivo de tomate orgánico bajo condiciones de invernadero para la Comarca Lagunera

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del tomate

2.1.1. Origen

El lugar de origen del genero *Lycopersicon* es la región Andina, la cual se extiende desde el norte de Chile al sur de Colombia y de la costa del Pacífico (incluidas las Islas Galápagos) a las estribaciones orientales de los Andes. Hay muchas especies superpuestas, pero no se han encontrado pruebas de introgresión natural, con la excepción de *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* var. *cerasiforme*. Hay motivos que inducen a creer que el origen de la domesticación de los tomates está en México (Esquinas y Nuez, 1999).

2.1.2 Clasificación taxonómica

De acuerdo a Esquinas y Nuez (1999) la taxonomía del tomate es la siguiente:

Clase..... Dicotiledóneas

Orden..... Solanes (personatae).

Subfamilia Solanoideae

Familia ... Solanáceae

Tribu..... Solaneae

Genero ... *Lycopersicon*

Especie .. *esculentum*

2.1.3 Descripción botánica

Chamarro (1999) describe las principales características morfológicas de la planta de tomate como a continuación se indica:

Planta: Es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta.

Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas) y semi-indeterminado, las cuales requieren que su cultivo se realice en espalderas.

Indeterminadas. Los sucesivos tallos se desarrollan en forma similar, produciendo una inflorescencia cada 3 hojas. El aspecto es el de un tallo principal, que crece en forma continua con inflorescencias internodales cada 3 hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se nombran indeterminados.

Determinadas. Las plantas tienen un crecimiento limitado, puede extenderse 2 m; los segmentos del eje principal soportan un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, el sistema de ramificación lateral experimenta un crecimiento limitado dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular.

Sistema radical: La raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera a dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes), cortex y cilíndrico central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes).

Tallo principal: Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera a dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

Hoja: compuesta e imparipinnada, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternas sobre el tallo.

El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

Flor: es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135°.

De igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular.

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. se distingue La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

Fruto: Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila de unos pocos miligramos hasta 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del peciolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

2.1.4 Valor nutritivo

El fruto en fresco es rico en vitamina C, el poder calórico del tomate es bastante modesto debido a su escaso contenido en materia seca y grasas. En el cuadro 2.1 se dan valores orientativos de los componentes de mayor interés.

Cuadro 2.1. Principales componentes del fruto del tomate (Chamarro, 1999).

Componentes	Peso fresco %	Componentes	Peso fresco %
Materia seca	6.50	Ácido málico	0.10
Carbohidratos totales	4.70	Ácido cítrico	0.20
Grasas	0.15	Fibra	0.50
N proteico	0.40	Vitamina C	0.02
Azúcares reductores	3.00	Potasio	0.25
Sacarosa	0.10		
Sólidos solubles (°Brix)	4.50		

2.2 Generalidades de invernadero

Definición: Construcción cerrada cubierta con materiales transparentes, dentro de la posible obtener condiciones de microclima artificial y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas (Sade, 1998).

2.2.1 Posibles ventajas:

En Infoagro (2002) se mencionan como posibles ventajas y desventajas las siguientes:

Precocidad

Aumento de calidad y rendimiento (3 a 5 veces mayor que en campo abierto).

Producción fuera de época.

No se depende de fenómenos meteorológicos

Mejor control de insectos y enfermedades.

Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año.

Ahorro de agua (riego por goteo, microaspersión y subirrigación), se puede llegar a recuperar del 60 % al 80 % del agua aplicada que se evapotranspira.

2.2.2 Posibles desventajas:

Alta inversión inicial en la infraestructura.

Alto costo de aplicación

Requiere personal ejecutivo de alto nivel, de experiencia práctica y conocimientos teóricos.

El cultivo bajo invernadero ha permitido obtener aplicaciones de primera calidad y mayor rendimiento, en cualquier época del año, a la vez que permite alargar el ciclo de cultivo, permitiendo producir en las épocas del año más aplicación y obteniéndose mejores precios. Un mal manejo del invernadero o del cultivo implica fuertes pérdidas económicas, además, se puede favorecer el desarrollo de aplicaciones, por lo que se requiere de aplicaciones más frecuentes de productos químicos (Infoagro. 2002).

2.3 Agricultura orgánica

Zamorano (2005) señala que la agricultura orgánica a despertado gran interés, no solo en los sectores que están relacionados con el sector agropecuario y la economía rural en su conjunto, sino también en amplios sectores de la sociedad. Este gran interés empezó en los países desarrollados hace ya más de dos décadas. La reconversión progresiva hacia la agricultura orgánica, la investigación, las actividades de transformación, comercialización y consumo de productos también llamados biológicos a registrado un comportamiento de gran dinamismo. Durante los últimos años, se ha registrado un comportamiento muy dinámico en la demanda y el consumo de productos orgánicos, sobre todo en los países desarrollados. La explicación reside en la preocupación creciente de la población con relación a la ingesta

de productos alimenticios inocuos, sanos, de los cuales se conozca su origen y trayectoria real, así como la mayor conciencia por la conservación del medio ambiente, y algunas posiciones de solidaridad con grupos sociales menos favorecidos en los países en vías de desarrollo.

Schlermeler (2004) menciona que va en aumento la producción orgánica en el mundo, además, Macilwain (2004) cita que la agricultura orgánica a revolucionado sin perder la esencia de su fundamento, la materia orgánica.

FAO (2001), menciona que Japón, la Comunidad Europea y Estados Unidos, son los principales consumidores de productos orgánicos, los cuales tiene un sobre precio del orden del 40%, mientras que en México, (López. 2004) menciona que el precio es 30 o 40% mas bajo que las convencionales.

Para que un producto se venda como orgánico, debe ser certificado por empresas especializadas, en México se encuentran la Quality Assurance Internacional (QAI) y la Oregon Tilth Certified Organic (OTCO), entre otras, las cuales cobran aproximadamente 100 y 25 dólar la hectárea, respectivamente; cabe señalar que la certificación es anual y contempla la revisión del aspecto administrativo como el de producción, incluyendo en algunos casos visitas sorpresa (Gómez *et al.*, 1999).

2.3.1. Fertilización orgánica

Un abono en general se considera aquel material que se aplica al suelo y estimula el crecimiento de las plantas de manera indirecta, a través del mejoramiento de las propiedades físicas del suelo. Por otro lado, un material se considera como fertilizante cuando estimula el crecimiento de manera directa a través de aportar nutrimentos indispensables para las plantas (Chaney *et al.*, 1992).

Los fertilizantes orgánicos también conocidos como 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 industriales; su aplicación en forma y dosis adecuadas mejoran las propiedades y características físicas, químicas y biológicas del suelo, es decir, es la forma más natural de fertilizar al suelo (Ruiz, 1999).

Los fertilizantes orgánicos ejercen multilateral efecto sobre las propiedades agronómicas de los suelos y, en caso de adecuada utilización, elevan de manera importante la cosecha de los cultivos agrícolas (Rodríguez, 2002).

2.3.2 Importancia de los fertilizantes orgánicos

Ruiz (1996) establece que los materiales orgánicos pueden mejorar la fertilidad de los suelos de diferentes maneras:

- a) proporcionando a las plantas elementos nutritivos,
- b) modificando las condiciones físicas del suelo,
- c) aumentando la actividad microbiológica para un mayor aporte de energía y
- d) protegiendo a los cultivos de un exceso temporal de sales minerales o de sustancias tóxicas, gracias a su fuerte capacidad de absorción.

Lamas (2003) menciona que la fertilización en la agricultura orgánica debe cumplir tres aspectos: Mejorar la fertilidad del suelo, economizar los recursos no renovables y no introducir elementos contaminantes en los agrosistemas; de ahí que se desprenden los siguientes principios: Evitar la pérdida de elementos solubles, utilizar las leguminosas como fuente de nitrógeno, no emplear productos obtenidos por vía de síntesis química, tomar en

cuenta micro y macroorganismos del suelo y luchar contra la degradación física, química y biológica del suelo.

La fertilización orgánica mediante el uso de residuos de cosechas, compostas, estiércoles, abonos verdes, polvo de rocas y subproductos de animales, tiene como objetivo aprovechar los ciclos naturales de los nutrientes en favor de la actividad biológica y la estructura del suelo. Las técnicas más apropiadas de fertilización son: abonos orgánicos, abonos verdes; fijación natural de nutrientes por medio de plantas como: leguminosas, plátano, manzanilla, mostaza y otras; abonos foliares de origen natural tales como: fermentados de estiércol de ganado, gallinaza, hormigas y/o compuestos vegetales; compuestos biodinámicos en general; incorporación de materia orgánica en general; rotación de cultivos, vegetación secundaria natural y/o cultivos forestales. Técnicas que favorecen el uso del flujo energético natural sin generar residuos tóxicos y contaminantes, y que además mejoran el suelo para lograr mejores rendimientos y decrementos en los costos por la reducción de insumos (Ruiz, 1996).

Quintero (1999) cita que de ser posible todo el material de origen animal (estiércol, gallinaza, orines y subproductos) deben provenir de animales criados orgánicamente. Si no fuese así, es obligatorio su compostaje completo. Toda unidad de producción debe intentar el autoabastecimiento de nitrógeno y de otros nutrientes necesarios para su producción agropecuaria. En la certificación se verificará tanto el origen de los materiales exógenos aplicados para la fertilización, como los esfuerzos para llegar a la autosuficiencia de nutrientes en la unidad de producción. Los estiércoles exógenos a la unidad de producción sólo podrán aplicarse habiendo sido previamente compostados y después de haberse realizado un análisis sobre residuos de pesticidas y antibióticos en caso de sospechar su presencia. Queda prohibido el uso de purines y estiércoles en estado fresco.

2.3.3 Formas de fertilizar orgánicamente

2.3.3.1 Composta

De acuerdo con Mustin (1987) el compostaje es el proceso biológico de descomposición de compuestos orgánicos hasta la formación de un producto estable y rico en sustancias húmicas.

Para favorecer el compostaje es necesario crear las condiciones ideales para la actividad microbiana, como: la cantidad adecuada de agua, oxígeno y alimentación balanceada. La intensa actividad microbiana durante este proceso provoca un aumento en la temperatura. En el lombricompostaje para evitar este calentamiento que causa daño a las lombrices, se trabaja con camas de poca altura (Siles 1998, Bollo 1999).

Una de las formas de transformar los residuos orgánicos en material fertilizante, es someterlos a un proceso de descomposición (aeróbico o anaeróbico) hasta un compuesto estable llamado humus.

Figuroa y Cueto (2002) mencionan que la elaboración de composta, ya sea bacteriana o mediante lombrices, tiene varias ventajas:

- a) Reduce los olores del estiércol
- b) No atrae moscas
- c) Minimiza la concentración de patógenos
- d) Reduce la diseminación de malezas
- e) Adición de compuestos orgánicos estabilizados que mejoran la estructura del suelo.

Mientras que como desventaja, añaden es el costo que implica su elaboración.

En la producción orgánica, las compostas son aceptadas dentro del proceso de producción, únicamente deben cumplir ciertos requisitos como es el de voltearla por lo menos cinco veces, manteniendo la temperatura entre 131 y 170 °F por tres días y que la relación de C:N sea entre 25:1 y 40:1 (NOP, 2004).

La composta es el abono orgánico por excelencia y es lo más cercano a la manera en que la naturaleza fertiliza los bosques y los campos. Las ventajas de la composta son muchas, pero las principales que se derivan de su uso continuo son: retiene nutrientes evitando que se pierdan a través del perfil del suelo; mejora la estructura del suelo; retiene la humedad; limita la erosión; contiene micro y macronutrientes; estabiliza el pH del suelo y neutraliza las toxinas; sus ácidos disuelven los minerales del suelo haciéndolos disponibles; propicia, alimenta y sostiene la vida microbiana, y no contamina el suelo, el aire, el agua, ni los cultivos (FIRA, 2003). Este proceso es favorecido por un aporte apropiado de aire, humedad y temperatura. Básicamente el proceso se puede dividir en tres fases:

- a) Fase inicial de uno a cinco días durante los cuales se descomponen los componentes rápidamente degradables (azúcares, aminoácidos, lípidos);
- b) Fase termofílica, durante la cual se degrada gran cantidad de celulosa (hemicelulosa y lignina), y
- c) Estabilización, periodo en que declina la temperatura, decrece la velocidad de descomposición y los microorganismos mesofílicos recolonizan la composta (formación de sustancias húmicas).

La condensación de los fenoles junto con el amonio durante el proceso de humificación, es quizás la fase más importante del proceso de compostaje (Paul y Clark 1996). La forma más sencilla para determinar si durante el proceso de compostaje se ha logrado la formación de ácidos húmicos es por una disminución de temperatura, siendo todas las condiciones de alimentación, humedad y oxígeno óptimas para la actividad microbiana. De esta forma si la temperatura disminuye es porque todo el sustrato balanceado ha sido transformado (Soto y Muñoz, 2002).

En general, no se requieren condiciones muy controladas para la elaboración de composta. A continuación se presentan las características deseables en una buena composta (Cuadro 2.2)

Cuadro 2.2 Condiciones ideales de compostaje

Condición	Ámbito aceptable	Condición óptima
Relación C:N	20:4 – 40:1	25: 1 – 30:1
Humedad	40 – 65 %	50 – 60 %
Oxígeno	+ 5%	a 8%
PH	5,5 – 9,0	6,5 – 8,0
Temperatura °C	55 – 75	65 – 70 °C
Tamaño de partícula	0,5 – 1,0	variable

Fuente: Rynk (1992)

2.3.3.2 La vermicomposta

Luévano y Velásquez (2001) citan que la lombriz de tierra es un integrante natural que se encuentra en los suelos contribuyendo de manera decisiva a su fertilidad, ya que desarrolla una actividad esencial en la aireación y estructuración de los suelos. Se ha encontrado que es capaz de transformar restos orgánicos (hojas muertas, heces de animales, etc.) en compuestos fácilmente asimilables por las plantas además de favorecer la mineralización del suelo; acelera la formación de compostas y el ciclo de los nutrientes; mejora el drenaje y favorece la propagación de bacterias nitrificantes; ayuda al intercambio de capas del suelo evitando el encostramiento, y coadyuva a la recuperación de suelos erosionados.

Magnano y Gómez (1999) señalan que las lombrices de tierra son indispensables en la agricultura orgánica, ya que ayudan al establecimiento de compostas de origen urbano,

industrial o agrícola. La actividad de las lombrices puede resultar en una composta de calidad, la cual se obtiene después de que la materia orgánica ha sido degradada por hongos, bacterias y protozoarios, organismos que son los que en realidad sirven de alimento a las lombrices y que son ingeridos junto con el sustrato en que se encuentran; toda esta mezcla al salir como excremento junto con el suelo, forman un producto ideal como mejorador del suelo.

Rynk (1992) menciona que a dicho producto, que es el abono producido por la lombriz, se le conoce como lombrí-abono o lombrí-composta o vermi-compost, el cual contiene los materiales y nutrientes óptimos para los cultivos agrícolas. La lombriz que se utiliza para el procesamiento de desechos orgánicos es la *Eisenia foetida*, también conocida como lombriz roja de California. El lombrí-composteo es un método biológico de tratamiento de materia orgánica para transformarla a un estado estable (humus) mediante la acción de la lombriz de tierra. Se pueden diferenciar tres aspectos: un sustrato base (materia orgánica fresca), el agente de transformación (lombriz) y un producto final (lombrí-compost).

Nogueroles y Sicilia (2004) mencionan que el humus de lombriz es un fertilizante bioorgánico de estructura coloidal, producto de la digestión, que se presenta como un producto desmenuzable, ligero e inodoro. Es un producto terminado, imputrescible y no fermentable.

Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrimentos haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo (Luévano y Velásquez, 2001). Se considera como uno de los abonos orgánicos de fácil manejo y producción rápida en las plantas de composteo; tiene buenas características físicas, químicas, microbiológicas y nutrimentales (Kulkarni *et al.*, 1996)

La característica más importante del vermicompuesto es su alta carga microbiana, la cual le hace como el excremento material regenerador del suelo. Con un pH prácticamente

neutro, con valores que oscilan entre 6.8 y 7.2, características que le permiten ser aplicadas aún en contacto directo con las semillas (Martínez, 1997). Los valores nutritivos de la vermicomposta se presentan en el Cuadro 2.3.

Cuadro 2.3 Valores nutritivos de la vermicomposta

Factores	Valores
Humedad	30-60%
PH	6,8-6,2
Nitrógeno	1-2,6%
Fósforo	2-8%
Potasio	1-2,5%
Calcio	2-8%
Magnesio	1-2,5%
Materia orgánica	30-70%
Carbono orgánico	14-30%
Ácido fúlvicos	2,8-5,8%
Ácido húmico-fúlvico	1,5-3%
Sodio	0,02%
Cobre	0,05%
Hierro	0,02%
Manganeso	0,006%

Fuente: Luévano y Velásquez (2001).

García (1996) describe las ventajas de la vermicomposta de la siguiente manera:

Aporta los elementos nutritivos para la planta, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio.

La presencia de bacterias que por su acción ayudan a una mejor asimilación de los elementos nutritivos para la planta.

No contiene productos químicos que alteren el ecosistema del suelo.

Por su estructura granular retiene la humedad y propicia un buen desarrollo de las raíces.

No produce malos olores y está libre de patógenos.

La aplicación de lombri-composta disminuye la población de plagas del suelo por su contenido bacteriano que compite con las mismas.

Por su contenido de materia orgánica se obtiene una óptima capacidad de intercambio catiónico del suelo.

El contenido microbiano de este abono acelera la descomposición de elementos orgánicos e inorgánicos.

2.3.3.3. Abonos verdes

Una técnica que gana adeptos día tras día es la de los abonos verdes, especialmente por su actividad múltiple como aporte de materia orgánica y nutrientes, cubierta permanente o semipermanente del suelo, cultivo asociado o de rotación y fuente de productos alimenticios (Anónimo, 2004).

Si se incorporan al suelo masas de plantas cultivadas con el fin de enterrarlas posteriormente con el arado, entonces se habla de abono verde. Los cultivos destinados a abono verde pueden plantarse como cultivo principal dentro de una rotación o estar en forma de cultivos asociados. Fertilizar con abono verde significa incorporar al suelo plantas verdes con alto porcentaje de agua, durante o al inicio de la floración cuando apenas están lignificadas y poseen abundante azúcar, almidón y nitrógeno (Labrador, 2004).

Principalmente se utilizan como abono verde a las leguminosas, las cuales además tienen la capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno al suelo mediante la bacteria del género *Rhizobium* (Ruiz, 2000).

2.3.3.4 Microelementos

De los dieciséis elementos conocidos como esenciales para el crecimiento de las plantas y de los microorganismos, siete son requeridos en tan pequeñas cantidades que por ello se les llama elementos micronutrientes, oligoelementos o elementos traza. Son: hierro, manganeso, zinc, cobre, boro, molibdeno y cloro. Otros elementos como silicio, vanadio y sodio parecen ayudar al desarrollo de ciertas especies. Todavía otros elementos como el cobalto, yodo y flúor se ha demostrado que son esenciales para el crecimiento de los animales, pero al parecer no son requeridos por las plantas (Bukman, 1993).

Gros y Domínguez (1992) señalan que no basta en encontrar un elemento en las cenizas de la planta para sacar la conclusión de que es verdaderamente indispensable. También hay que considerar que algunos elementos son esenciales para los animales sin que lo sean para las plantas de la que aquéllos se alimentan o viceversa.

- 1) C, H, y O₂ son requeridos en ton h⁻¹.
- 2) El N, P, K, Ca, Mg, y S son usados en decenas a cientos de kilos h⁻¹.
- 3) Los microelementos son requeridos en gramos o kilos h⁻¹.

Los microelementos están más asociados con la transferencia de electrones. Estos elementos funcionan principalmente en la activación enzimática y en el transporte de electrones. Bajo deficiencias se tiene respuesta a las aplicaciones de micronutrientes sin embargo, algunos de ellos son tóxicos en cantidades superiores a las requeridas por la planta. El Bo, Zn, Mo, Mg y Cu son tóxicos en concentraciones relativamente altas (Bukman, 1993; Gros y Domínguez, 1992).

Por otro lado, López y Caamaño (2002) señalan que los micronutrientes cationes Fe, Zn, Mn y Cu, son relativamente insolubles en soluciones nutritivas, cuando se proporcionan como sales inorgánicas comunes y en las soluciones del suelo. Esta insolubilidad se intensifica en pH's mayores a 5. Bajo estas condiciones los cationes reaccionan con los iones hidroxilo precipitando los óxidos hidro-metálicos.

A causa de esta y otras reacciones que contribuyen a la insolubilidad ciertas plantas no pueden absorber suficientes cantidades de elementos como el Fe y el Zn. Una manera de solucionar esta deficiencia es el de proporcionar los elementos en forma de quelatos de metal. Un quelato es un producto soluble y estable el cual se forma cuando ciertos átomos de una molécula inorgánica llamada agente quelante dona electrones a los cationes metálicos. Entre los productos utilizados actualmente los más comunes son los siguientes (Gross y Domínguez, 1992):

1. DTPA-Fe
2. ADTA-Fe
3. EDDHA-Fe
4. EDTAH-Fe

Con respecto al boro y al molibdeno, no se dispone de quelatos, ya que su estructura química impide su formación, por lo que en caso de no estar presente en cantidades suficientes en el agua de riego, se aplicarán en forma de compuestos inorgánicos (ácido bórico y bórax, para el boro, molibdatos amónico y sódico, para el molibdeno) o enlazados a moléculas orgánicas tipo etanolamina o trietanolamina (Gross y Domínguez, 1992).

2.4 Mineralización

Rodríguez (1997) cita que la mineralización es la descomposición rápida de los residuos orgánicos, convirtiéndose en compuestos minerales que poseen una formación

química más simple como son: bióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O), amoníaco (NH_3), fosfatos (PO_4^-), Sulfatos (SO_4^-), compuestos potásicos, etc.

Las condiciones que determinan la descomposición o mineralización son:

Temperatura, aireación del suelo, humedad del suelo y los tipos de residuos.

Gross y Domínguez (1992) cita que en la mineralización se distinguen dos etapas:

- La amonización, que es la transformación de nitrógeno orgánicos en amoniacal.
- La nitrificación o transformación del nitrógeno amoniacal en nítrico.

2.5. Sustratos

2.5.1 Generalidades

El término sustrato, se aplica a todos los materiales sólidos, distintos de los suelos naturales, minerales u orgánicos. Los sustratos pueden ser de materiales químicamente inertes o activos, que pueden o no aportar elementos nutritivos al proceso de nutrición de las plantas (Zaidan, 1997).

Para el caso de los inertes podemos mencionar, la arena, según Muñoz (2003):

ARENA. La arena es un material de naturaleza silíceo con una concentración mayor del 50% de SiO_2 y de composición variable, que depende de los constituyentes de la roca silicatada original. La arena deberá de estar exenta de limo y arcilla también de carbonato de calcio. La arena posee una fracción granulométrica comprendida entre 0.02 y 2 mm. Desde el punto de vista hortícola, se prefiere la arena con tamaño de partícula de medio a grueso (0.6 – 2mm). La densidad de la arena es superior a 1.5 g/cm^3 . Su pH puede variar entre 4 y 8. Capacidad de intercambio catiónico es nula o baja. La arena es el sustrato más utilizado, llegando a presentar un 60% de la superficie total bajo condiciones e hidroponía.

Por otro lado, actualmente los aspectos relacionados con la conservación del medio ambiente, han quedado enmarcados en los conceptos de sustrato. Los ecologistas han hecho hincapié en este tema, ya que muchos sustratos provienen de yacimientos naturales,

afectando el número de mantos protegidos como reservas naturales, por lo que se están tomando medidas para regular el uso de este tipo de sustratos. Aspectos como este han sido motivado para buscar alternativas rentables sin dañar al medio ambiente, siendo una de ellas, la utilización de lombrices como material biológico para producir vermicomposta (Zaidan, 1997)

2.5.2 Características de los sustratos

De acuerdo a Bastida (2001) algunos puntos importantes a considerar en la composición de sustratos, son los siguientes:

A). Características físicas.

Composición y estructura.

Isotropía e isometría

Granulometría y distribución

Porosidad

Densidad y peso

Conductividad térmica

B). Propiedades químicas.

Capacidad de intercambio catiónico

pH

Capacidad buffer

Elementos Tóxicos

C). Propiedades biológicas

Contenido de materia orgánica

Relación Carbón-Nitrógeno

2.5.3 Clasificación de los sustratos

Los sustratos pueden clasificarse en grupos de acuerdo a su origen y pueden ser: naturales, industriales y artificiales. El sustrato adecuado para el desarrollo de los cultivos, es aquel capaz de retener suficiente agua, aire y elementos nutritivos en forma disponible para la planta (García, 1996; Buras, 1997).

El uso de sustratos en la agricultura es común en cultivos intensivos, especialmente en invernadero, teniendo como ventajas principales que permite el: control y monitoreo sobre el riego y la fertilización, adelanto en la cosecha, incremento en calidad del fruto y reducción de riesgos por enfermedades y plagas (Ansorena, 1994).

2.6 Producción de tomate orgánico

2.6.1 Producción en campo

El rendimiento en la producción nacional de tomate orgánico es de 10 t ha⁻¹ (SAGARPA, 2005), sin embargo, si bien la cosecha es certificada, los rendimientos pueden aumentar, incrementando la relación beneficio-costeo.

La producción de tomate orgánico en México se lleva a cabo en Baja California Sur (Navejas, 2002), pero si bien la cosecha es orgánica, los rendimientos son bajos, por lo que es conveniente, producir en invernadero, garantizando rendimientos mucho más elevados, garantizando obviamente la aplicación de insumos orgánicos para garantizar la obtención de un producto orgánico y prácticamente inocuo, por lo que la obtención de un sustrato orgánico, evitaría los tres años mencionados, lo anterior coincide con lo citado por Castellanos *et al.* (2000).

Navejas (2002) menciona que la producción orgánica de tomate en Baja California, ocupa diez veces menos superficie, pero genera divisas diez veces mas.

Dodson *et al.* (2002) mencionan que la diferencia entre la producción en invernadero de tomate convencional contra la orgánica, varía en tipo el sustrato, las prácticas de fertilización y el método de control de problemas fitosanitarios

Navejas (2002) menciona que lo esencial contra la lucha de los insectos y enfermedades en los sistemas orgánicos, es la prevención y que en la actualidad hay productos permitidos por las normas internacionales de productos orgánicos, los cuales son todos a base de extractos vegetales.

2.6.2 Producción en invernadero

El rendimiento en la producción nacional de tomate orgánico es de 10 t ha⁻¹ (SAGARPA, 2005), sin embargo, si bien la cosecha es certificada, los rendimientos pueden aumentar, incrementando la relación beneficio-costos. Una opción es producir en invernadero, ya que se se obtienen cinco veces más a lo obtenido en campo. Márquez y Cano (2004) encontraron un rendimiento de tomate orgánico en invernadero de 89.64 t ha⁻¹, en composta más arena sin fertilizar, donde superaron los rendimientos de tomate orgánico en campo en 8.96 veces

Tuzel y Yagmar (2003) mencionan que se obtienen rendimientos de tomate orgánico en invernadero de 59 a 90 t ha⁻¹ en otoño, mientras que en primavera se obtuvieron desde 126 a 162 t ha⁻¹.

El principal problema de la producción en invernadero, una vez que se tienen las condiciones ambientales controladas, es la presencia de plagas y enfermedades así como la fertilización. Dodson *et al.* (2002) mencionan que de no efectuarse un efectivo control de plagas y patógenos, éstos puede llevar al exterminio total, lo anterior origina que la mayoría de los productos agroquímicos se apliquen de manera preventiva y continua, sin tomar en cuenta los umbrales de acción, originando que el fruto lleve altas cantidades de residuos de

agroquímicos, los cuales son monitoreados minuciosamente al pretender ser exportados con la consecuencia del rechazo del producto; cabe señalar que la fertirrigación no es admitida en el manejo orgánico, debido a la aplicación de fertilizantes químicos (FAO, 2001; NOM.037, NOP, 2004); aunado a lo anterior, además de contaminar de agroquímicos el fruto, el costo de los insumos por éste rubro, incrementa considerablemente los costos de producción, mencionando Castellanos (2003) una erogación de \$118,000 pesos por concepto de fertilizantes para un ciclo de 10 meses.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera.

La Región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud Oeste, y los paralelos 25° 05' y 26° y 54' de latitud Norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es de 1,139 m. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las tres áreas agrícolas, así como las áreas urbanas. (Centenal, 1970).

3.2 Localización del proyecto.

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la UAAAN – UL. que se encuentra localizada en Periférico y Carretera Santa Fe, se operó en el periodo de octubre de 2004 a junio de 2005.

3.3 Tipo y condiciones del invernadero.

Es un invernadero tipo semicircular compuesto de una cubierta plastificada de polietileno y con estructura totalmente metálica, de 180 m² con estructura totalmente metálica, el sistema de enfriamiento consistió en pared húmeda y dos extractores, sin sistema de calefacción con sistema de riego por goteo.

3.4 Clima.

El clima de la región es muy seco con lluvias en verano. Los registros de temperatura indican una media anual de 21°C, presentando su valor más bajo en enero y el más alto en julio.

La precipitación promedio es de 220 mm anuales, situación que limita la práctica de una agricultura de temporal. Las heladas ocurren de noviembre a marzo, teniéndose un periodo libre de heladas de abril a octubre.

3.5 Sustrato

El sustrato a utilizar fue vermicomposta arena de río que previamente se desinfectaron con bromuro de metilo y se lavaron para eliminar residuos fumigante y algún patógeno.

Se instalaron macetas en doble hilera con arreglo tresbolillo espaciadas a 30 cm entre plantas y a 150 cm entre pasillos.

Dos hileras se utilizaron con vermicomposta pero con diferentes dosis la hilera primera de izquierda a derecha se le proporciono la vermicomposta graduada según el crecimiento de la planta, otra hilera se le aplico vermicomposta con arena a la maceta al cien por ciento.

3.6 Genotipos

Originalmente en el presente trabajo, se tenía contemplado evaluar varios genotipos, sin embargo, la no disponibilidad de éstos, originó la evaluación en éste trabajo de solamente uno; Red Chief.

La siembra se realizó el día 2 de octubre y se trasplanto el 20 de noviembre, en el año 2005

3.7. Tratamientos y diseño experimental

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con dieciocho repeticiones. Los tratamientos se muestran en el Cuadro 3.1

Cuadro 3.1 Tratamientos evaluados en tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2005

Numero	Tratamientos
1	Mezcla: 50% arena + 50% composta graduada + quelatos
2	Mezcla: 50% arena + 50% composta
3	Testigo: 100% arena + fertilizante inorgánico

El tratamiento No 1 consistió en el llenado al 50% de la maceta, de la mezcla ya comentada, posteriormente el 25% se agrego al inicio de la fructificación; el 25% restante fue añadido al iniciar la maduración del primer racimo

En el caso del tratamiento No 2, la maceta fue llenada al 100%, con la mezcla antes descrita

El tratamiento testigo fue fertilizado mediante lo mencionado por Zaidan y Avidan (1997)

3.7 Manejo del cultivo

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo eliminando los brotes axilares, ésta se realizó de abajo hacia arriba para no perder la guía principal, se entutoró sosteniendo la planta con rafia cuando alcanzó una altura de 30cm para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y fruto toquen el suelo.

Cuando inició la etapa de floración se procedió a la polinización con un vibrador (cepillo dental eléctrico) el cual se pasó por el pedúnculo de la inflorescencia por un lapso de 3 s de 4 veces por semana.

Durante la fructificación en el punto rosado de los primeros racimos se procedió a deshojar, eliminando las hojas que quedan debajo de éste, mejorando así la aireación del

cuello y facilitando la realización del aporque a fin de aumentar la formación de mayor número de raíces cubriendo la parte inferior de la planta con arena.

Para el manejo del agua la máxima cantidad aplicada fue de 2 litros por planta por día y la mínima por fertirrigación, los niveles de concentración de las soluciones nutritivas para cada etapa se usaron como base los resultados citados por Zaidan y Avidan (1997), pero se hicieron algunos ajustes según lo fuera requiriendo la planta, por ejemplo en etapa de fructificación se incrementó el 20 % de calcio para reducir el daño por pudrición apical (Cuadro 3.3). Para evitar acumulaciones de sales se dieron un total de tres lavados de macetas durante el desarrollo de la planta.

3.8 Fertilización y riegos

Los tratamientos fueron regados con agua, en cuanto al testigo se utilizó la solución nutritiva propuesta por Zaidan y Avidan (1997). Pero a los tratamientos con vermicomposta no se les adiciónó nada, y se presentó un sustrato de arena con fertirrigación.

Cuadro 3.8 Concentración de nutrimentos en el agua de riego tipo gotero (ppm). (Zaidan y Avidan, 1997).

Estado de la planta	N	P	K	Ca	Mg
Plantación y establecimiento	100 – 120	40 – 50	150 – 160	100 – 120	40 – 50
Floración y cuajado	150 – 180	40 – 50	200 – 220	100 – 120	40 – 50
Inicio de maduración y cosecha	180 – 200	40 – 50	230 – 250	100 – 120	40 – 50

3.9 Control de plagas y enfermedades.

Se establecieron trampas amarillas para el control de plagas, Se realizaron revisiones visuales de la planta cada semana, desde las charolas hasta la cosecha.

La principal plaga que se presentó fue la mosquita blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolli* Bellows & Perring) y como plagas secundarias se presentaron el ácaro bronceado del tomate (*Acolopus lycopersici*) y gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella* Walshingham) Dichas plagas fueron controladas con insecticidas orgánicos una aplicación

de Bioinsect, Killwack, biocrack 35% (2 t ha^{-1}), posteriormente se empleó una mezcla de abakol y Killwack disueltos 50ml en 8 litros de agua. A los 59 días después de la siembra se detectó cenicilla (*Leveillula taurica* Lev. Arn.) y a los 107 DDS *Alternaria solani* se propagan a través del viento, ambos fitopatógenos fueron controlados con fungicidas orgánicos : BioFyB , Sedic, ambos en concentraciones de 50ml en L de agua.

3.10 Cosecha

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

3.11 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron altura, numero de nudos, inicio de floración, rendimiento y calidad de fruto (peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, grados brix y espesor de pulpa). color exterior e interior, hombros y número de lóculos en cada fruto, empleando para ello Vernier, báscula de precisión, refractómetro, regla milimétrica y tabla de colores de la Real Sociedad de Horticultura de Londres, además del formato técnico de la comercializadota de semillas Hazera (1999). Se realizaron además, revisiones visuales de plagas y enfermedades presentes en la planta. El ciclo del cultivo fue de 135 días.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta, número de nudos y precocidad.

4.1.1 Altura

Para la variable altura de planta no se encontró diferencia significativa entre los sustratos, obteniéndose una media de 278.41 cm. y un coeficiente de variación de 15.35%. La altura de planta fluctuó entre 263 y 290.7 cm.

Los resultados obtenidos superan a lo obtenido por Aguilar (2003) quien evaluando tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero plástico sin calefacción ni sistema de control de temperatura reporta una altura con valores de 249.3 cm a 216.6 cm.

Lo anterior no coincide con lo mencionado por Miles y Peet (2002) al evaluar fertilizantes orgánicos y convencionales en sustratos en el cultivo de tomate en invernadero ya que mencionan que el vigor excesivo de la planta es mayor en los tratamientos fertilizados orgánicamente que en el convencional.

4.1.2 Nudos

En la variable número de nudos, el análisis de varianza encontró diferencias significativas en tratamientos (Cuadro 4.1). El tratamiento testigo sobresalió respecto a los tratamientos S1 y S2.

Cuadro 4.1 Número de nudo en tomate en tres tratamientos de sustratos con vermicomposta y arena bajo invernadero en otoño-invierno. UAAAN-UL 2005.

Sustrato	Número de nudo
Testigo: 100% arena + fertilizante inorgánico	40. a
S1: mezcla de 50% arena + 50% composta graduada + quelatos	35 ab
S2: mezcla de 50% arena + 50% composta sin fertilizante	33 b
CV	15.35
Media	36

Tratamientos con diferente letra son estadísticamente diferentes (DMS=0.5).

4.1.3 Inicio de floración

En la precocidad no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados con una media de 76 días después del trasplante (DDT) con un coeficiente de variación de 14.5%.

Castilla (1995) menciona que se debe transplantar cuando la plántula tenga de 30 -35 días después de la siembra, en este caso se transplantó a los 51 días después de la siembra, esto puede ser una causa del porque la floración se presentó más tarde en comparación con los obtenidos por Rodríguez (2002) que encontró que la floración se presentó a los 72 días después de la siembra.

4.2. Rendimiento

4.2.1 Comercial

Se presentó diferencia significativa para ésta fuente de variación donde sobresale el testigo seguido de la composta fraccionada, dichos tratamientos superan al tratamiento restante en 50.3%. (Cuadro 4.2)

Lo anterior pone de manifiesto que es indispensable para obtener buenos rendimientos, la adición de elementos nutritivos en forma gradual, ya que los nutrientes al inicio son consumidos, lixiviados o bien no están disponibles para la planta

Miles y Peet (2002) quienes evaluando fertilizantes orgánicos y convencionales en sustratos en el cultivo de tomate en invernadero mencionan que los tratamientos fertilizados orgánicamente producen menos que el convencional

Estos resultados superan a los obtenidos por Tuzel *et al.* (2004) evaluando sistema de nutrición abierto y cerrado en sustratos en tomate bajo invernadero reportan una producción de 16.2 kg m².

Estos resultados superan a los obtenidos por Cerdas (2002) quien evaluando sustratos y genotipos con manejo orgánico reportando un rendimiento para el testigo de 114.5 t ha⁻¹ y para el sustrato composta al 50% + arena al 50% con 71.8 t ha⁻¹

Los resultados obtenidos con las mezclas de vermicomposta/arena concuerdan con lo establecido por Atiyeh *et al.* (2000), quienes destacaron que la vermicomposta favorece el desarrollo de los cultivos en invernaderos, cuando éstos se utilizan como sustratos de crecimiento, y que las diferencias detectadas en las variables evaluadas se deben a su contenido de elementos nutritivos y a la naturaleza de sus comunidades microbianas.

Cuadro 4.2 Rendimiento de frutos de tomate en t ha⁻¹ en invernadero con tres tratamientos en otoño - invierno (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamientos	Rendimiento		
	Comercial t ha ⁻¹	Rezaga t ha ⁻¹	Total t ha ⁻¹
S3	242.6 a**	10.36 a NS	266.23 a**
S1	202.2 b	9.68 a	224.74 b
S2	110.6 c	6.52 a	123.10 c
Media	126.72	8.78	204.68
C V	47.80	15.72	35.7

S3 = (Testigo) = 100% arena + fertilizante inorgánico

S1 = mezcla de 50% arena + 50% composta graduada + quelatos

S2 = mezcla de 50% arena + 50% composta sin fertilizante

(*) Diferencia significativa

(**) Diferencia altamente significativa

4.2.2 Rezaga

En esta variable rendimiento de rezaga, el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa en donde los tratamientos presenta una media de 9.71 t ha⁻¹ con un coeficiente de variación de 63.98% (Cuadro 4.2).

4.2.3 Rendimiento total de frutos de tomate

En rendimiento total se encontró significancia en el análisis de varianza.

Sobresalió el tratamiento testigo con 266.23 t ha⁻¹, sin embargo, los fertilizantes empleados no están permitidos dentro de la normatividad de producción orgánica (Cuadro 4.2)

Respecto a los tratamientos que contenían composta, el tratamiento donde el suministro fue gradual, éste fue mejor en 45.3% respecto a cuando se lleno la maceta al 100%.

Los datos obtenidos superan a Tuzel *et al.* (2003), ya que mencionan rendimientos ente 9.37 y 10.67 kg m⁻²; tomando en cuenta, los resultados del testigo y el fraccionado.

4.3 Calidad de fruto

Se detectaron diferencias altamente significativas en peso de fruto, diámetro ecuatorial y sólidos solubles. No hubo diferencia significativa para las variables diámetro polar, espesor de pulpa y numero de lóculos con valores medios de 6.11 cm, 7.3 mm y 5.02 lóculos, con coeficientes de variación, respectivamente, de 20.14%, 15.72% y 12.53%.

4.3.1 Peso del fruto

El peso del fruto fluctuó entre 162.4 y 189 g, el tratamiento que presentó el mayor peso fue el testigo, superando en 13.91% respecto a los otros tratamientos (Cuadro 4.3).

Dichos resultados coinciden con lo encontrado por Cadahia (1999) quien reporta que el peso promedio de los frutos de Tomate rojo de hábito indeterminado entre 82.50 a 139.38 g fruto⁻¹.

4.3.2. Sólidos solubles (°brix)

Para sólidos solubles los valores fluctuaron entre 4.79 y 5.28 °Brix (Cuadro 5). El tratamiento testigo fue el menor concentración de azúcares en 9.02%; es decir que los frutos cultivados con composta, ya sea al cien por ciento de la maceta o bien, dosificada, los azúcares se aumentan (Cuadro 4.3).

4.3.3 Diámetro ecuatorial

En el diámetro ecuatorial se encontró diferencias significativas sobresaliendo el testigo en 4.85%, respecto a los tratamientos de composta (Cuadro 4.3)

Cuadro 4.3 Calidad de fruto de tomate en tres tratamientos de sustratos con manejo orgánico bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno. UAAAN-UL 2005 en la Comarca Lagunera.

Tratamiento	Peso Fruto (g)	Diámetro Ecuatorial (cm)	Sólidos solubles (°Brix)
S3	189.0 a **	7.41 a*	4.79 b **
S1	163.0 b	7.10 b	5.28 a
S2	162.4 b	7.00 b	5.25 a
Media	171.49	7.19	5.0
C V	16.53	6.35	9.10

Tratamientos con diferente letra son estadísticamente diferentes (DMS=0.5)

S3= Testigo de 100% arena + fertilizante inorgánico

S1 = Mezcla de 50% arena + 50% composta graduada + quelatos

S2 = Mezcla de 50% arena + 50% composta sin fertilizante

Los resultados obtenidos en el (cuadro 4.3). Son menor que Avalos (2003). Con valores entre 7.59 y 7.46 cm. Que se manifiesta como variable diferencias altamente significativa

V. CONCLUSIONES

No se presentó diferencias entre los tratamientos de compostas y el cultivado con fertilizantes inorgánicos en altura e inicio de floración

Respecto al rendimiento, el tratamiento testigo fue el mejor, sin embargo, el haber empleado fertilizantes de naturaleza inorgánica, excluye dicho sistema de producción de la normatividad orgánica certificada.

Al comparar los tratamientos de composta, donde se aplicó ésta en forma gradual, superó al tratamiento en donde se aplicó en una sola emisión. Lo anterior debido al suministro periódico de elementos

En cuanto a la calidad del fruto, no hubo diferencia para diámetro polar, espesor de pulpa y número de lóculos. En el caso de peso de fruto y diámetro ecuatorial el testigo fue mejor. Caso contrario para sólidos solubles donde los tratamientos con composta fueron mejores

Los rendimientos obtenidos tanto en composta completa y gradual, superan los rendimientos obtenidos en la producción de campo de tomate orgánico en 11 y 20 veces

VI. RESUMEN

Ante el aumento en el precio de los fertilizantes y el efecto de su uso excesivo sobre la contaminación del ambiente, en la actualidad, se hace más evidente la necesidad de aplicar los nutrimentos de manera racional. En este sentido, una alternativa en la producción de tomate en invernadero es el uso eficiente de fertilizantes utilizando la vermicomposta como principal aliado. Sin embargo, la demanda constante y excesiva de nutrientes originada por el cultivo del tomate, en ocasiones agota la totalidad de los elementos nutritivos contenidos en ésta por lo que el suministro adicional es inevitable; además, un paquete tecnológico debe incluir un genotipo adaptado a las características de la región en estudio. Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo fue conocer el comportamiento de un genotipo en rendimiento y calidad al evaluar sustratos orgánicos a base de la aplicación de vermicomposta en variables de crecimiento, producción y calidad del cultivo del tomate bola bajo condiciones de invernadero durante el ciclo otoño-invierno del 2004-2005. La siembra se realizó el 2 de Octubre del 2004 se utilizó en charolas germinadoras de nieve seca con cavidad de 200 celdillas, las cuales fueron llenadas con Peat Most. El transplante se realizó el 20 de Noviembre del año 2004. Se utilizaron contenedores de 20 Kg. Se empleo el diseño experimental completamente al azar con 2 tratamientos y 18 repeticiones siendo la unidad experimental una planta, la superficie sembrada fue de aproximadamente 180 m². No se presentó diferencias entre los tratamientos de compostas y el cultivado con fertilizantes inorgánicos en altura e inicio de floración; respecto al rendimiento, el tratamiento testigo fue el mejor, sin embargo, el haber empleado fertilizantes de naturaleza inorgánica, excluye dicho sistema de producción de la normatividad orgánica certificada. Al comparar los tratamientos de composta, donde se aplicó ésta en forma gradual, superó al tratamiento en donde se aplicó en una sola emisión. Lo anterior debido al suministro periódico de elementos. En cuanto a la calidad del fruto, no hubo diferencia para diámetro polar, espesor de pulpa y número de lóculos. En el caso de peso de fruto y diámetro ecuatorial el testigo fue mejor. Caso contrario

para sólidos solubles donde los tratamientos con composta fueron mejores. Los rendimientos obtenidos tanto en composta completa y gradual, superan los rendimientos obtenidos en la producción de campo de tomate orgánico en 11 y 20 veces

VII. LITERATURA CITADA

- Aguilar, C. P. 2003. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México. p.46.
- Anónimo. 2004. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Manual Agropecuario. Ibalpe Internacional de Ediciones, S.A., de C.V. Maztlán, Sinaloa, México. p. 546-548.
- Ansorena, M., J. 1994. Sustratos: Propiedades y Caracterización. Ed. Mundi-prensa. Madrid, España. p. 11-15
- Atiyeh, R.M.; Arancon, N.; Edwards C.A.; Metzger, J. D. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes . Bioresour. Technol. p.75:175-180.
- Avalos G., L. C. 2003. Rendimiento y Calidad de dos híbridos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), en vermicomposta bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. p. 47
- Bukman, Harry O., 1993. Naturaleza y propiedades de los suelos. Quinta reimpresión. Editorial Limusa, S.A. de C.V. p. 476-480.
- Buras, S. 1997. Sustratos. Ed. Agrotecnicas. Madrid, España. p. 265-274.
- Cadahia, L., C. 1999. Fertilización. p. 169-186. En: F. Nuez ,el cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Castellanos, J. Z. 2003. Análisis de costos de inversión y producción de tomate en invernadero. p. 321-332. En: J. J. Muñoz-Ramos y J. Z. Castellanos (Eds). Manual de producción hortícola en invernadero. INACAPA. México
- Castellanos, J. Z., Uvalle B.J.X., Aguilar S.A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. INCAPA. México
- Castilla P. N. 1995. Manejo del cultivo intensivo con suelo. In: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. p. 191-225.
- Chamarro, L. J. 1999. Anatomía y fisiología de la planta, p. 43-87. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- CENTENAL, 1970. Carta Topográfica Escala 1:50,000. México, D.F.

- Cerdas, A. M. y Montero C. M. 2002. Manual de manejo poscosecha de tomate. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Universidad de Costa Rica C. A.
- Dodson M., Bachmann J. & Williams P. 2002. Organic Greenhouse Tomato Production. ATTRA. USDA
- Esquinas, A. J. y F. V. Nuez 1999. Situación Taxonómica, Domesticación y Difusión del Tomate, p: 13-23. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- FAO. 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia.
- Figuroa V. U. y Cueto W. J.A. 2002. Uso sustentable del suelo y abonos orgánicos. Ponencia presentada como parte del Curso: "Abonos orgánicos", Impartido dentro del XXXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, 15 de Octubre del 2002. Torreón, Coah.
- FIRA. 2003. Agricultura orgánica. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. México, D. F.
- García, P.R.E. 1996. La lombricultura y el vermicompost en México. En: Agricultura orgánica: Una opción sustentable para el agro mexicano. Editor Ruiz, F. J. F. Universidad Autónoma Chapingo.
- 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.
- Gros A. y Domínguez V. A. 1992. Abonos guía práctica de la fertilización. Madrid, España. 8ª edición en español. Ediciones Mundi-Prensa. p. 106-112, 225,238.
- Hazera Quality Seed Ltd (HAZERA). 1999. Quality Seeds Tomato. Ficha técnica. Israel. 2 p.
- Infoagro. 2002. HYPERLINK_ Del cultivo de tomate en primavera en invernadero. fuente: documento tecnológico agrícola. estación experimental "las palmillas. Caja Rural de América.
- Kulkarni, B. S.; U. G. Nalawadi and R. S. Giraddi. 1996. Effect of vermicompost and vermiculture on growth and yield on china aster (*Callistephus chinensis* Nees.) cv. Ostrich Plume mixed. South Indian Horticulture. 44 p: 33-35 (Abstr).
- Labrador, J. 2004. Conocimientos, técnicas y productos para la agricultura y la ganadería. Imag Impressions, S.I. Benifaió, Valencia. p. 181-182

- Lamas N. M. 2003. FIRA. Boletín informativo. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agrolimentario mexicano.
- López A. 2004. Productos orgánicos ganan popularidad en el mercado. El financiero. 11 de marzo
- López J, C. y Caamaño M., Á. 2002. Técnico en agricultura. Primera edición. Cultural, S.A. Madrid, España. p. 70-71.
- Luévano G. A. y Velásquez G.N.E. Ejemplo singular en los Agronegocios, estiércol vacuno: de problema ambiental a excelente recurso. Año V. Volumen 9. julio –Diciembre del 2001. Torreón, México. Vol.: 9 (2) p. 306-320.
- Macilwain C. (2004). Organic: is it the future of farming?. Nature 428 p: 792-793
- Magnano, J.C. y Gómez O. 1999. Curso de Lombricultura. Vita-Fertil.
- Márquez H., C. y Cano R., P. 2004. Producción orgánica de tomate bajo invernadero. *In*: Olivares S., E. (ed.) Segundo Simposio Internacional de Producción de Cultivos en Invernaderos. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey N. L. México.
- Martínez, C. C. 1997 Martínez C., C. 2001. La Lombricultura, una Alternativa Viable en la Agricultura Sustentable. CONACYT 5265 – N9407. Área de Microbiología, PROEDAF – INR, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. p. 3-4.
- Miles , J. and M. Peet. 2002. Maintaining nutrient balances in systems utilizing soluble organic fertilizers. June 17, 2002. Organic farming research project report submitted to the Organic Farming Research Foundation. Horticultural Science Department North Carolina State University
- Mustin, M.1987. Le Compost, Gestion de la Metiere organique. Paris, Editions Francois DUBUSC, p. 954.
- Muñoz R. J. J. 2003. El cultivo del tomate en invernadero. *En*: Muñoz R. J. De J. y Castellanos J. Z. (eds) Manual de producción Hortícola en invernadero. INCAPA Celaya Gto. México. p: 247-258.
- Navejas J.J. 2002. Producción orgánica de tomate. INIFAP-CIRNO. Desplegable Técnica No. 5.
- Nogueroles, C; Sicilia, A. 2004. Conocimientos, técnicas y productos para la agricultura y la ganadería. Imag Impressions, S.I., Benifaió, Valencia. p. 68.
- NOM-037-FITO, 1995. Norma Oficial Mexicana, por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. México, D.F.

- NOP,2004. The national organic program. USDA-USA.
- Paul, EA; Clark, FE. 1996. Soil Microbiology and Biochemistry. 2 ed. Academic Press. p. 340
- Quintero, S. R. 1999. El cultivo del aguacate orgánico (*Persea americana Mill*). Memorias del IV Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica. Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo y Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica.
- Rynk, R.1992. On-Farm composting handbook. Northeast regional Agricultural Engineering Service. Cooperative Extension. New York, p.186.
- Rodríguez, M. R. y Jiménez D. F. 2002. Manejo de invernaderos. En: Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Venecia, Durango. Pp. 58-65.
- Rodríguez, S. F. 1997. Fertilizantes Nutrición vegetal. A.G.T. Editor, S.A. pp. 33,34.
- Ruíz, F. J. F. 1996. Los fertilizantes y la fertilización orgánica, bajo la óptica de un sistema de producción orgánico. Colima, Col. 7 y 8 de Noviembre de 1996. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica, Gobierno del Estado de Colima y SAGAR-INIFAP.
- Ruíz, F. J. F. 1999. Tópicos sobre agricultura orgánica. Tomos I y II. Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica. Universidad Autónoma Chapingo.
- Ruiz, F. J. F. 2000. Agricultura orgánica: Situación actual y perspectivas. Curso internacional para Inspectores Orgánicos IFOAM/BIOAGRICOOP. Volumen I. Exhacienda Caracha, Uruapan, Michoacán, México. Abril del 2000. Instituto Politécnico Nacional, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Centro de Investigación y Desarrollo en Agricultura Orgánica de Michoacán, CIECAS, Fundación Produce Michoacán y SAGAR.
- Sade, A. 1998; Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). México, D. F.
- Schlermeler Q. 2004. Organic world view. Nature 428 p:794-795.
- Soto, G. y Muñoz C. 2002. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Costa Rica. p.124.
- Tuzel, Y., Yagmar G. B. 2003. Organic tomato produced under greenhouse conditions. (En línea). Consulta: 2 de marzo del 2004.
- USDA. 1975. Organic food standards and labels: The facts. Disponible en, accesado 10-09-2005.
- Zaidan, O. y Acidan. 1997. CINDACO. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel.

Zamorano, U., J. 2005. Evolución y perspectivas de la agricultura orgánica en México.
Claridades agropecuarias. p. 3-4

VIII. APÉNDICE

Cuadro A1. Cuadrado medio de crecimiento vegetativo de tomate por hectárea en invernadero, otoño - invierno (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN - UL.

		In. floración	Altura	Nudos
FV	GL	C M	C M	C M
TRAT	2	350.06 NS	2194.57 NS	250.2 NS
REP	18	2654.64 NS	1853.27 NS	190.13 NS
CV		14.53	15.35	14.66

(NS) No significativo.

Cuadro A2. Cuadrado medio de las categorías del fruto de tomate comercial, rezaga y total de rendimiento en toneladas por hectárea en invernadero otoño - invierno (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN - UL.

		Comercial T ha ⁻¹	Rezaga	Total de rendimiento
FV	GL	C M	C M	C M
TRAT	2	215640.90 **	163.65 NS	206083.93 **
REP	18	3572.86 NS	72.02 NS	5708.95 NS
CV		47.80	36.98	35.70

(**) Altamente significativo

(NS) No significativo

Cuadro A3. Cuadrado medio de la calidad del tomate en diámetro ecuatorial, sólidos solubles (°brix), expresados en toneladas por hectárea en invernadero otoño - invierno (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN - UL.

		Peso del fruto (g)	Diámetro ecuatorial (cm)	Sólidos solubles (°brix)
FV	GL	C M	C M	C M
TRAT	2	6907.2 **	0.758 *	2925 **
REP	18	1830.0 NS	0.175 NS	0.149 NS
CV		16.53	6.72	8.983

(**) Altamente significativo DMS al 5%

(*) Significativo DMS al 5%.

(NS) es no significativo DMS 5%