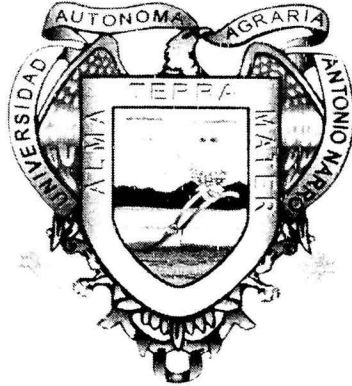


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE TOMATE ORGÁNICO BAJO
INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA**

Por

EDUARDO LARA DE LA CRUZ

T E S I S

Presentada como requisito parcial
para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE TOMATE ORGÁNICO BAJO
INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA**

Por

EDUARDO LARA DE LA CRUZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

COMITÉ PARTICULAR

**Asesor
principal:**

DR. PEDRO CANO RÍOS

Asesor :

MC. JAVIER ARAIZA CHAVEZ

Asesor :

ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

Asesor

M.C. CANDIDO MARQUEZ HERNÁNDEZ

M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México

Diciembre del 2005

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE TOMATE ORGÁNICO BAJO
INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA**

Por

EDUARDO LARA DE LA CRUZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

PRESIDENTE



DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL



MC. JAVIER ARAIZA CHAVEZ

VOCAL :



ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

**Vocal
Suplente**



M. C. CANDIDO MÁRQUEZ HERNÁNDEZ



M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México


Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas
Diciembre del 2005

AGRADECIMIENTO

A mi "Alma Terra Mater" por brindarme la oportunidad de cursar la Licenciatura en Ingeniero Agrónomo en Horticultura, a donde quiera que me encuentre llevare su nombre.

A los agrónomos de la familia José Antonio y Eleuterio Lara Lara, que me han brindado apoyo y parte de sus conocimientos.

Al Dr. Pedro Cano Ríos por la planeación, diseño del experimento y por darme la oportunidad de participar dentro de su proyecto de investigación.

Al ing. Víctor Martínez Cueto por darme la oportunidad de trabajar a su lado y compartirme sus conocimientos de poda en jardines y por sus consejos.

A la M.C. Norma Rodríguez Dimas por brindarme parte de su tiempo y sus conocimientos para la realización de este material tan importante para mí.

A mis amigos Javier e Israel. A Julio Cesar Rosales V. por su amistad y por ser un buen ejemplo para mi vida.

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.

Al MVZ Manuel Esquivel Limones por saber ser un gran compañero y amigo y a la Rondalla de Torreón por darme la oportunidad de conocer mucha gente y recorrer los diferentes rincones de la Laguna.

Al COECYT por el apoyo económico que brindo, al otorgarme la beca tesis para la realización y presentación de esta investigación.

DEDICATORIA

A mi DIOS por darme la oportunidad de vivir y permitirme alcanzar todos mis sueños, por haberme dado los mejores padres del mundo.

A mis "PADRES" Agustina de la Cruz Sánchez y Pedro Lara Ostos por haberme traído a este mundo, por haberme educado y ponerme en el camino que ellos creyeron correcto, sin importarles que tan difícil sea su vida, por brindarme su apoyo incondicional y por haber hecho de mi un hombre capaz de enfrentar los retos de la vida sin importar que tan difíciles sean.

A mi Hija "Ariadna Jocelyn" y a mi esposa, que las quiero mucho, por darme los mas bellos momentos de felicidad en mi vida.

A mis hermanos:

Héctor, Elizabeth, Griselda, Zarina, Yaneth, Alicia y Pedrito, con quienes tengo los más hermosos recuerdos infantiles de mi vida y por brindarme su apoyo incondicional.

A mi abuelita Ignacia Ostos Chávez por trae al mundo al mejor padre del universo.

RESUMEN

El cultivo de tomate es uno de los principales cultivos hortícolas a nivel mundial. En México a cielo abierto se cultivan alrededor de 80,000 ha, siendo los estados de Sinaloa, Morelos, San Luis Potosí, Baja California Norte y Michoacán en donde se concentra la mayor producción y para producción en invernadero se cuenta 2 493 ha. Toda esta agricultura está basada en el uso de agroquímicos como insecticidas, fungicidas, fertilizantes, herbicidas y otros productos sintéticos. Lo cual, acarrea un alto nivel de contaminación ambiental y del producto, afectando la salud de los consumidores.

En los sistemas modernos de producción, el cultivo en sustrato orgánico como compostas, puede llegar a constituirse en una herramienta que tienda a optimizar los recursos y afectar en menor medida al medio ambiente así como la salud del consumidor.

Durante el periodo de octubre a junio 2004-2005 se evaluaron dos genotipos el Big beef y el Red chief en tres sustratos diferentes: 1) Arena + fertilizante inorgánico, Arena 50%+ 50% de Vermicomposta y Fraccionado de Vermicomposta+arena. La siembra se realizó el día 2 de octubre, en charolas germinadoras de 200 celdillas, el sustrato para germinación que se utilizó fue peat Most, el transplante se realizó el 20 de noviembre del 2004 en macetas de 20 kg la arena fue previamente lavada con cloro al 5% para desinfectarlas.

El marco de plantación fue a doble hilera con 1.6 m entre camas, con arreglo en tresbolillo espaciadas a 30 cm entre planta y planta, con una densidad de población de 4.4 plantas por m². El diseño experimental fue Bloques al azar con dos factores y la parcela experimental fue de 40 plantas de tomate, en una superficie de 180 M². Se obtuvieron rendimientos medio de 212.93 ton/ha con un peso promedio del fruto de 185.44 g y 5.11 grados Brix. Para las variables de calidad se encontró diferencia

altamente significativa entre sustratos en cuanto a diámetro polar, para diámetro ecuatorial se encontró diferencias altamente significativas entre sustratos y genotipos, en número de lóculos se encontró diferencia altamente significativa entre sustratos, para espesor de pulpa se mostró diferencia significativa entre sustrato y en grados Brix se encontró diferencia altamente significativa.

En altura de planta el genotipo que sobresalió fue Big beef en el sustrato Arena + fertilizante inorgánico con una altura de 333.6 con respectivamente y para numero de nudos este mismo genotipo en el mismo sustrato fue el que mas sobresalió con 41 nudos.

En cuanto a floración el genotipo más tardío fue Red chief en el sustrato testigo Arena + fertilizante inorgánico con 81 días después de la siembra, Big beef en inicio de cosecha y floración fue el más precoz en los sustratos testigo Arena + fertilizante inorgánico y Arena 50%+ 50% de Vermicomposta con 153 y 154 días después de la siembra respectivamente.

Para el rendimiento por tamaño, se encontró que en fruto chico y mediano el genotipo Red chief en el sustrato Fraccionado de Vermicomposta+arena fue superior en rendimiento con 7.92 ton/ha y 64.71 ton/ha respectivamente.

En rendimiento grande el genotipo que más destaco fue el genotipo Big beef en el testigo sustrato Arena + fertilizante inorgánico con 264.94 ton/ha.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	vi
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo.....	3
Hipótesis	3
Metas.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Origen e Historia.....	4
2.2 Clasificación taxonómica.....	5
2.3 Descripción botánica.....	5
2.3.1 Crecimiento de la planta.....	5
2.3.2 Raíz	6
2.3.3 Tallo	6
2.3.4 Hojas.....	7
2.3.5 Flores.....	7
2.3.6 Frutos.....	7
2.3.7 Semillas	8
2.4 Propiedades nutricionales y medicinales.....	8
2.5 Requerimiento climático	10
2.5.1 Temperatura.....	10

2.5.2 Humedad Relativa.....	11
2.5.3 Luminosidad.....	11
2.6 Manejo del Cultivo.....	12
2.6.1 Entutorado	12
2.6.2 Podas.....	12
2.6.3 Deshoje.....	12
2.6.4 Polinización.....	13
2.7 Elección del genotipo	14
2.8 Generalidades del Invernadero	15
2.9 Sustratos.....	16
2.9.1Sustratos para invernadero	16
2.9.2 Composición de los sustratos.....	19
2.10 Importancia de los abonos orgánicos.....	20
2.10.1 Usos del compost.....	21
2.11 Lombricultura	22
2.11.1 Importancia de la Lombricultura en México	23
2.11.2 Importancia de la Lombricultura en La Comarca Lagunera	24
2.11.3 Clasificación taxonómica lombriz.....	25
2.11.4 Generalidades de <i>Eisenia foetida</i>	26
2.11.5 Vermicomposta o Humus de Lombriz.....	27
2.11.6 Propiedades de la vermicomposta	28
2.11.7 Ácidos Húmicos y Fúlvicos.....	30
2.11.8 Beneficios de las <i>Micorrizas</i>	31
2.12 Producción de hortalizas orgánicas en México.....	31
2.12.1 Producción orgánica en América Latina	32

2.13 Antecedentes de la producción orgánica bajo invernadero	33
III. MATERIALES Y METODOS	34
3.1 Localización del experimento	24
3.2 Invernadero.....	34
3.3 Llenado de macetas.....	34
3.4 Diseño experimental	35
3.5 Genotipos.....	35
3.6 Marcos de plantación	36
3.7 Siembra y trasplante	36
3.8 Fertirriego.....	36
3.9 Manejo del cultivo	37
3.9.1 Poda	37
3.9.2 Entutorado	37
3.9.3 Polinización.....	37
3.10 Organismos dañinos y control.....	37
3.11 Cosecha.....	38
3.12 Variables a evaluar	38
3.13 Análisis estadístico.....	39
IV RESULTADOS Y DISCUSIONES	40
4.2 Variables fenológicas	40
4.1.1 Altura de planta	40
4.1.2 Numero de nudos.....	41
4.1.3 Diámetro del tallo	42

4.1.4 Floración	43
4.1.5 Inicio de cosecha	44
4.2 Calidad de fruto.....	45
4.2.1 Peso de fruto.....	45
4.2.2 Diámetro polar.....	46
4.2.3 Diámetro ecuatorial	47
4.2.4 Grados Brix	48
4.2.5 Espesor de pulpa	50
4.2.6 Numero de lóculos	51
4.3 Rendimiento total	52
4.3.1 Rendimiento chico.....	53
4.3.2 Rendimiento mediano	54
4.3.3. Rendimiento grande	55
V CONCLUSIONES.....	57
VII BIBLIOGRAFIA.....	58
VIII APENDICE	65

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Principales componentes del fruto del tomate, composición por cada 100 gr (Martínez, 2005).	9
Cuadro 2.2 Composición de compost sobre el N recuperado en el cultivo de <i>Festuca arundinacea</i> Shreb. (Hartz <i>et al.</i> 2000).	22
Cuadro 2.3 Sustrato ideal para el crecimiento de la lombriz <i>Eisenia foetida</i> (Moreno. 2005a).	27
Cuadro 2.4 Composición química de la Vermicomposta de bovino (Luévano – Velásquez. 2001).	30
Cuadro 2.5 Composición de los ácidos húmicos y Fúlvicos (Guerrero, 1996).	31
Cuadro 3.1 Sustrato para el llenado de macetas y genotipos de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre– junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL	36
Cuadro 3.2 Solución nutritiva empleada en la fertirrigación del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero, UAAAN-UL, 2005.	37
Cuadro 4.1.1 Altura de plantas en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre– junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL	42
Cuadro 4.1.2 Número de nudos en dos genotipos de tomate, en tres sustratos diferentes, bajo invernadero, durante el periodo Noviembre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL	43
Cuadro 4.1.3 Diámetro basal y medio en el cultivo de tomate, en sustratos bajo invernadero, durante el periodo octubre– junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.	44
Cuadro 4.1.4 inicio de floración en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre– junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL	45

Cuadro 4.1.5 inicio de cosecha en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	46
Cuadro 4.2.1 Peso en gramos en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN U-L.	47
Cuadro 4.2.2 Diámetro polar en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	48
Cuadro 4.2.3 Diámetro ecuatorial en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	49
Cuadro 4.2.4 Grados Brix (°Brix) en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	50
Cuadro 4.2.5 Espesor de pulpa en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre– junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	51
Cuadro 4.2.6 Numero de lóculos en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	52
Cuadro 4.3 Rendimiento por hectárea en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	53
Cuadro 4.3.1 Rendimiento chico por hectárea en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	54
Cuadro 4.3.2 Rendimiento mediano en por hectárea en dos genotipos de tomate, en tres sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo Noviembre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	55

Cuadro 4.3.3 Rendimiento grande en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	56
Cuadro 4.3.4 Rendimiento grande en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL. UL.	57

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro A.1 Análisis de varianza para la variable altura en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	67
Cuadro A.2 Análisis de varianza para la variable numero de nudos en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.	67
Cuadro A.3 Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.	67
Cuadro A.4 Análisis de varianza para la variable floración en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.	68
Cuadro A.5 Inicio de cosecha en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.	68
Cuadro A.6 Calidad de fruto en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.	68
Cuadro A.7 Calidad de fruto en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.	69
Cuadro A.8 Rendimiento total en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.	69
Cuadro A.9 Rendimiento chico en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.	69
Cuadro A.10 Rendimiento mediano en el cultivo de tomate, en	

sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL70

Cuadro A.11 Rendimiento grande en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....70

Cuadro A.12 Rendimiento con daño fisiológico en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL 70

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es uno de los principales cultivos hortícolas más popular y más ampliamente cultivado en el mundo, Los tomates frescos son el ingrediente fundamental en el arte culinario de todo el mundo, y los tomates en conserva se utilizan para hacer sopa, jugos (zumos), catsup (salsa de tomate), pasta de tomate (triturado) y otros productos.

Entre los países con mayor producción de tomates se encuentra China, E. U., Turquía, Rusia, Italia, Egipto, India, España y México. Pero, los agricultores en la mayoría de los países cultivan el tomate, a menudo en zonas urbanas periféricas, para abastecer la demanda local.

En México, este cultivo es el que mayor superficie ocupa y la producción se destina al mercado nacional y para exportación, los estados en los que se concentra la mayor producción nacional son Sinaloa, Morelos, San Luis Potosí, Baja California Norte, Michoacán, Zacatecas, Chihuahua, Jalisco, Guanajuato y Coahuila. En La Comarca Lagunera, la producción bajo cielo abierto se realiza durante el ciclo primavera-verano en los meses de junio a agosto, obteniéndose bajos rendimientos y un precio bajo a consecuencia de la oferta de la producción.

La producción a cielo abierto se encuentra limitada por las condiciones ambientales adversas y el ataque de organismos dañinos, por esta razón el rendimiento por hectárea se ve disminuido, obteniéndose cosechas pobres y de baja calidad, esto no permite abastecer la demanda del mercado, a consecuencia de esto se tiene el incremento en el precio del producto. Por esta razón, el hombre, en su afán de satisfacer

sus necesidades encontró como alternativa el uso de los invernaderos, obteniendo rendimientos altos en la producción y además se puede producir en tiempos en que la producción escasea, por esta razón la superficie establecida bajo invernadero presenta un incremento considerable en pocos años, debido a los buenos resultados obtenidos en este sistema de producción, día con día la horticultura intensiva mexicana, adquiere mayor trascendencia por su participación en las exportaciones agrícolas y se perfila como un polo de desarrollo importante en la agricultura de México.

Los estados con mayor producción de tomate bajo invernadero son Jalisco, Sinaloa, Baja California Sur y Baja California Norte.

La producción en invernadero, si bien es cierto que los rendimientos de la producción aumentan considerablemente, también aumenta la posible contaminación de las aplicaciones preventivas constantes de sustancias inorgánicas como son los insecticidas, fungicidas, fertilizantes, herbicidas y otros productos sintéticos, que ocasionan daños irreversibles al medio ambiente y a la salud de los consumidores.

La principal alternativa de solución a esta problemática es la agricultura sustentable, la cual es una combinación de métodos genéticos, agronómicos, biotecnológicos y químicos en un sistema de producción económico, el cual optimiza la producción de alimentos saludables, de la mejor calidad nutritiva, sin contaminantes y obtenidos mediante sistemas de trabajo sustentables.

El desarrollo de la agricultura sustentable, contempla un conjunto de prácticas sistémicamente empleadas, tales como el empleo de genotipos de tomate adaptadas a las características de la región y resistentes a las enfermedades más comunes, con altos rendimientos, producción de calidad y que permitan la combinación de prácticas de

producción tradicionales con modernas.

Por lo antes expuesto, los objetivos del presente trabajo fueron:

Objetivo

Determinar el comportamiento de dos genotipos de tomate bola indeterminado en diferentes en mezclas de vermicomposta/arena bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera.

Hipótesis

Es posible producir tomate en sustrato de vermicomposta/arena sin la aplicación de fertilizantes y obtener un alto rendimiento y aceptable calidad de fruto en comparado con el testigo hidropónico.

Metas

Establecer el sustrato orgánico óptimo para satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero con aceptable calidad de fruto para obtener al menos 200 t ha^{-1} .

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen e historia del tomate

El lugar de origen del género *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*, el único *Lycopersicon* silvestre en forma de mala hierba que se encuentra fuera del área de distribución del género (Esquinas y Nuez, 1999).

Parece seguro que en el México de los tiempos pre-colombinos el tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*) era mucho más apreciado que el tomate (*Lycopersicon esculentum*), consumiéndose éste fundamentalmente como aquel, esto es, asociado al chile en salsas y guisos. Fuera del área mesoamericana el tomate o fue desconocido o simplemente se hizo un consumo incidental de formas espontáneas (probablemente *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* var. *cerasiforme*). Guaman Poma de Ayala citado por (Esquinas y Nuez, 1999) hace referencia al consumo esporádico de tomate silvestre en el imperio inca.

En México el cultivo de tomate es histórico y por esa razón se ha convertido en uno de los centros más importantes de domesticación, en la actualidad éste fruto o baya es tradicional en la alimentación de este país y todas las familias lo usan (León y Arozamena, 1980).

El cultivo de tomate es uno de los de más importancia en relación al desarrollo

económico y social de la agricultura a nivel mundial, reportándose que se requiere de 140 jornales/ha durante todo el ciclo del cultivo (Valadez, 1990).

2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

De acuerdo con Pérez (2001) la clasificación taxonómica del tomate es de la siguiente manera:

Reino-----Vegetal
División-----Espermatofita
Subdivisión-----Angiospermae
Clase-----Dicotiledóneas
Orden-----Solanales (personatae)
Familia-----Solanaceae
Subfamilia-----Solanoideae
Tribu-----Solaneae
Genero-----*Lycopersicon*
especie-----*esculentum*, Mill.

2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

2.3.1 Crecimiento de la planta

La planta de tomate es una herbácea, perenne cultivada como anual, es ramificada, con crecimiento indeterminado o determinado por un racimo floral. Cuando se ha desarrollado 5-8 hojas aparece un racimo floral terminal en el tallo principal. La

temperatura elevada y la iluminación débil y en especial la asociación de ambas condiciones, hacen que se retrase la aparición de este primer racimo floral. El tallo principal se prolonga en el brote lateral más vigoroso que nace de la axila de la hoja que está justo debajo del racimo. Este brote axilar termina igualmente en un racimo floral que aparece normalmente después del desarrollo de 3 hojas, aunque a veces aparece tras sólo 1 ó 2 hojas (Baudoin *et al*, 2002).

2.3.2 Raíz

El sistema radical del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias. La raíz tiene las funciones de absorción y el transporte de elementos nutritivos, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo (Nuez, 1995).

La raíz del tomate en los primeros 20 cm de la capa del suelo se encuentra el 70% de la biomasa radicular. Las raíces de cultivos en sustratos, prácticamente carecen de raíces absorbentes y las raíces tienden a hacer más bien gruesas y gran parte de estas se encuentran en torno a la salida del emisor y en la parte baja de los contenedores (Castellanos y Muños, 2003).

2.3.3 Tallo

El tallo es el eje sobre el cual se desarrollan las hojas, flores y frutos; el diámetro puede ser de 2 a 4 cm y el porte puede ser de crecimiento determinado (tallos que al alcanzar un determinado número de ramilletes y detienen su crecimiento) e indeterminado (tallos que no detienen su crecimiento). Los tallos son pubescentes en toda su superficie. En las axilas de las hojas del tallo principal surgen los tallos secundarios que son

eliminados mediante poda para una buena conformación de la planta. El desbrote debe ser oportuno, sobre todo el brote inmediato inferior al racimo, el cual surge con gran vigor (Berenguer, 2003).

2.3.4 Hojas

Las hojas del tomate son pinnadas compuestas. Una hoja típica de las plantas cultivadas tiene unos 0.5m largo, algo menos de anchura, con un gran foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales, que pueden, a su vez, ser compuestos. Los foliolos son usualmente peciolados y lobulados irregularmente dentados. El tejido parenquimático o mesófilo está recubierto por una epidermis superior y otra inferior (Chamarro, 1999).

2.3.5 Flores

El tomate es una planta hermafrodita que presenta flores bisexuales en forma de racimo simple. El número de flores depende del tipo de tomate. En tomates de grueso calibre el ramillete tiene de 4 - 6 flores; en tomates de calibre mediano aumenta de 10 - 12 flores por ramillete y en los tomates tipo cereza o cherry no es extraño que se desarrollen hasta 100 flores por racimo (Berenguer, 2003).

2.3.6 Frutos

El fruto del tomate es una baya de color amarillo, rosado o rojo debido a la presencia del licopeno y carotina. El fruto de tomate es una baya bi o plurilocular que desarrolla a partir de un ovario de unos 5-10mm y alcanza un peso final en su madurez que oscila entre los 5 y 500 g. en función de la variedad y de las condiciones de desarrollo. Su forma puede ser redonda achatada, o en forma de pera y en su superficie

lisa o surcada (Chamarro, 1995).

Desde la fecundación del ovario hasta la maduración del fruto transcurren de 7 a 9 semanas. La mayor vida de anaquel se debe en parte, a la presencia de los genes *rin* o *nor* (Berenguer, 2003).

2.3.7 Semillas

La semilla del tomate es de forma lenticular, con dimensiones aproximadas de 5x4x2 mm y está constituida por un embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión lo forma una yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. La testa o cubierta seminal es de un tejido duro e impermeable. La germinación de la semilla ocurre de manera fácil (Berenguer, 2003).

2.4 Propiedades nutricionales y medicinales

Es aquí donde radica la importancia del consumo de esta hortaliza, ya que la mayoría de los humanos consumen tomate de forma fresca, cosido o en catchup. Por sus propiedades químicas el tomate como condimento de diferentes platillos y como medicinal en la prevención de diversas enfermedades.

El licopeno que es un carotenoide que le da el aspecto de rojo brillante al tomate es una sustancia que se le ha atribuido efectos antioxidantes y anticancerígenos y que se encuentra en el tomate en una concentración de 2 mg, por cada 100 g, de tomate fresco y que cocido potencializa su contenido a 25 mg, en tomate frito y en 6 mg, en salsa de tomate (Haro, 2005).

Cuadro 2.1 Composición química del fruto del tomate, composición por cada 100 g. (Martínez, 2005).

Componente	Maduro fresco	Maduro enlatado natural	Maduro enlatado hervido	Zumo natural
Agua	93.76 g.	93.65 g.	91 g.	93.9 g.
Energía	21 Kcal	19 Kcal	28 Kcal	17 Kcal
Grasa	0.33 g.	0.13 g.	0.13 g.	0.06 g.
Proteína	0.85 g.	0.92 g.	0.95 g.	0.76 g.
Hidratos de carbono	4.64 g.	4.37 g.	6.78 g.	4.23 g.
Fibra	1.1 g.	1 g.	1 g.	0.4 g.
Potasio	223 mg	221 mg	238 mg	220 mg
Fósforo	24 mg	18 mg	20 mg	19 mg
Magnesio	11 mg	12 mg	12 mg	11 mg
Calcio	5 mg	30 mg	33 mg	9 mg
Vitamina C	19 mg	14.2 mg	11.4 mg	18.3 mg
Vitamina A	623 IU	595 IU	541 IU	556 IU
Vitamina E	0.38 mg	0.32 mg	0.38 mg	0.91 mg
Niacina	0.628 mg	0.73 mg		

El licopeno parece reducir las probabilidades de cáncer de próstata, pulmón, estómago, vejiga, pulmón, mama, estómago y cuello del útero, ayuda a rebajar la presión arterial, favorecer el buen estado de nuestro hígado o prevenir el eczema, también ayuda a curar las heridas de todo tipo, rebaja la inflamación y favorece la cicatrización (Martínez, 2005).

El *glutathion* es un antioxidante, ayuda a eliminar los radicales libres, especialmente de los metales pesados, que producen deterioro del organismo por acumulación de los mismos (Martínez, 2005).

La *vitaminas A*, ayuda al crecimiento celular, manteniendo los huesos y los dientes en buen estado, ayudando a sistema inmunológico a combatir las infecciones, y a mantener una buena salud ocular, también se ha encontrado menor daño en el ADN de los glóbulos blancos, lo que aumenta la autodefensa del cuerpo esto debido a las *Vitaminas C y E*. Además de su aspecto, olor y sabor característico, que realza el gusto y lo sabroso de los platillos con los que se condimenta o se acompaña en ensaladas (Martínez, 2005).

2.5 Requerimiento climático

2.5.1 Temperatura

Es una planta de clima cálido-templado, que no tolera heladas. El rango de temperatura del suelo debe ser de 12 a 16°C (mínima de 10°C y máxima de 30°C) y la temperatura ambiente para su desarrollo, de 21°C a 24°C, siendo la óptima de 22°C. A temperaturas menores de 15°C y mayores de 35°C puede detenerse su crecimiento. Cuando se presentan temperatura altas (>38°C) durante 5 a 10 días antes de la antesis, hay poco amarre del fruto, debido a que se destruyen los granos de polen, o se desnaturalizan las enzimas y membranas, habiendo rompimiento del pedúnculo floral; si las temperaturas elevadas prevalecen durante 1 a 3 días después de la antesis, el embrión es destruido. El amarre de fruto también es bajo cuando las temperaturas nocturnas son altas (25° a 27°C) antes y después de la antesis. A temperaturas de 10°C o menores, un gran porcentaje de flores abortan. (Sade, 1998).

La temperatura óptima para la maduración del fruto es de 18°C a 24°C; si la temperatura es menor de 13°C, los frutos tienen una maduración muy pobre. Así mismo,

cuando la temperatura es mayor de 32°C durante el almacenamiento, la producción de licopeno se inhibe y los frutos se tornan amarillos, obteniéndose una óptima pigmentación roja a 22-28°C (Valadéz, 1990).

2.5.2 Humedad relativa

La humedad relativa óptima oscila entre 60 a 70%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades y agrietamiento del fruto, además dificultan la fecundación, aborto de partes flores. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Infoagro, 2005).

2.5.3 Luminosidad

La luz es una variable climática fundamental que influye en el crecimiento del tomate, ya que es una hortaliza exigente en luz, durante todo su desarrollo, pero muy especialmente en la etapas vegetativas y de floración. La luz interactúa fundamentalmente en la temperatura, y es así que para niveles bajos de luz, las temperaturas óptimas que favorecen al cultivo distintas a las necesarias para niveles altos de luz. De hecho se ha demostrado que cuando falta luz en las primeras semanas de desarrollo del cultivo de tomate se resiente en los rendimientos de forma irreversible, ya sea por menor producción de hojas, por menor número de flores diferenciadas por racimo, por menor peso y tamaño de los frutos formados o por mayor tiempo requerido para la maduración (Resh, 1997).

2.6 Manejo del cultivo

2.6.1 Entutorado

Es una practica imprescindible que se realiza para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo lo frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación solar y la realización de las labores culturales (destallado, poda de hojas y recolección de frutos), ya que todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Horward, 1995). La planta se suspende mediante un hilo sobre el que se enrolla el tallo principal, conforma la planta crece, sino a modo de carrete que permite soltar el hilo, esto permite continuar indefinidamente con la parte productiva de la planta erguida en la misma altura (Cánovas, 1999).

2.6.2 Podas

La poda a un tallo es la más común a lo largo de todo el ciclo para obtener frutos de máximo calibre y se inicia cuando la planta tiene de 3 a 4 hojas, contadas desde el primer racimo de floral. El entutorado y la poda le permiten a la planta equilibrar la producción vegetativa y la producción de frutos. Es de suma importancia eliminar los brotes axilares cuando están pequeños (alrededor de 5 cm de largo), estos se pueden eliminar fácilmente con la mano (León, 2001).

2.6.3 Deshoje

En la poda de hojas, se van eliminando todas aquellas hojas inferiores senescentes por debajo del último racimo que se va cosechando. El corte de la hoja debe

ser limpio y a ras del tallo principal para evitar entrada de patógenos (Botritis), Con el deshojado se consigue una mayor ventilación y mejora el color de los frutos. El deshojado se hace periódicamente no quitando más de dos o tres hojas en una sola vez, para no estresar la planta en su balance hídrico y energético (Berenguer, 2003).

2.6.4 Polinización

El polen es liberado abundantemente en días brillantes con temperaturas que exceden los 20° C. La temperatura ideal en el invernadero no debe bajar en la noche a menos de 15.5° C y no exceder a 29.4° C durante el día. A altas o bajas temperaturas, la germinación y el crecimiento del tubo del polen se reducen grandemente. La alta humedad relativa mantiene el polen húmedo y pegajoso, excepto a mediodía y reduce las posibilidades de su transferencia de las anteras al estigma. La humedad relativa óptima para la polinización es de 70% (León, 2001).

La polinización se puede mejorar mediante movimientos de las inflorescencias que pueden ser por variados métodos, pero el que se ha impuesto es el movimiento de la planta con un chorro de aire con máquinas de mochila o con golpes vibrantes al emparrillado del entutorado. El uso de insectos básicamente concierne al uso de abejorros *Bombus terrestris*, es el que por su rusticidad se ha impuesto. Visita entre 6 y 10 flores por minuto, siendo así, una colmena sería capaz de polinizar entre 20 y 50,000 flores diariamente. Los abejorros dejan una marca de color naranja en las flores visitadas. En promedio se requiere una colmena por cada 1,000 m² (Berenguer, 2003).

El uso de abejorro incrementa el rendimiento y una mayor proporción de frutos grandes comparados con los de polinización a mano o sopladores. Las colmenas deben

instalarse al comienzo de la floración del primer ramillete (León, 2001).

2.7 Elección del genotipo

Las casa productoras de semillas desarrollan en la actualidad muchos de sus genotipos adaptados no solo a condiciones específicas de cultivo sino también a un sistema de cultivo. Existen cultivares especialmente adaptados a ciclo temprano, otoño. Para época larga de cultivo para cultivo rotativo. Para este último se requieren materiales precoces, generalmente de crecimiento indeterminado y maduración agrupada (Cuartero y Báguena, 1990).

Las condiciones ambientales micro específicas creadas en el interior de los invernaderos y en general en cultivos protegidos hace que los genotipos no se comporten de la misma forma que al aire libre. Uno de los factores responsables de esa diferencia de comportamiento es la luz. Así, a los cultivares desarrollados especialmente para invernadero se les exige que tengan actitudes para crecer, florecer, cuajar y desarrollar frutos de calidad en condiciones de baja luminosidad (Stevens y Rick, 1986).

La mayor ventaja que se obtiene al usar genotipos resistentes a las plagas, resistencia a enfermedades que son un verdadero problema en cada zona productora. Otra característica importante que deben tener los genotipos es tolerancia a condiciones adversa como son bajas y altas temperaturas así como también a aguas salinas (Cuartero y Báguena, 1990).

2.8 Generalidades del invernadero

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

Burgueño (2001) menciona que una de las técnicas especializadas dentro de producción agrícola, han sido los invernaderos, ya que permite incrementar la producción y/o rendimiento de los cultivos en un 300%, además con riego por goteo hay un ahorro de agua del 40% en relación con riegos superficiales.

De acuerdo con (Sánchez y Favela, 2002) el uso de invernadero presenta una serie de ventajas y desventajas:

Ventajas del uso del invernadero

1. Programación de cosechas de acuerdo a la demanda y precio del producto.
2. Precocidad en el ciclo del cultivo.
3. Aumento del rendimiento hasta en un 300%, respecto a los cultivos desarrollados a la intemperie.
4. Mayor calidad de frutos.
5. Ahorro de agua (riego por goteo, microaspersión y subirrigación).
6. Mejor control de plagas y enfermedades.

Desventajas del uso del invernadero

1. Requiere de alta especialización técnica para su manejo.
2. Representa alta inversión inicial.
3. Se puede favorecer el desarrollo de plagas y enfermedades, por lo que se requiere

de aplicaciones frecuentes de productos químicos.

2.7.3 Sustratos

Un sustrato es un elemento con características propias en los cuales se pueden desarrollar procesos fisiológicos como enraizados de estacas, germinación de semillas, desarrollo y cultivo de plantas (Iskander, 2002).

Un medio bueno deberá de tener buenas propiedades físicas como son: aireación y drenaje, retención de agua y bajo peso húmedo por volumen (sinónimo de densidad aparente). Cabe mencionar que la determinación de valores de las propiedades físicas mencionadas, son establecidas en sustratos que después de haber sido regados a saturación se han dejado drenar hasta alcanzar un equilibrio, condición conocida como capacidad de maceta o contenedor (CC) (Iskander, 2002).

En general, el sustrato deberá tener una porosidad total de por lo menos 70% (en base a volumen). Con respecto a la capacidad de retención de agua por el sustrato, un mínimo de 55% (en base a volumen) (Iskander, 2002).

2.7.4 Sustratos para invernadero

De acuerdo con (Sánchez y Favela, 2002) los sustratos se clasifican en inorgánicos y orgánicos:

Inorgánicos

- 1. Arena.** La arena de río posee una granulometría de que oscila entre los 0.5 y 2.00 mm de diámetro. Su densidad aparente es de 1500 – 1800 kg/m³. Su capacidad de retención de agua es media (20% del peso y mas del 30% del volumen); su

capacidad de aireación disminuye con el paso del tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nulo. Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcanza el 8-10%. Algunos tipos de arena requieren lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. (Fernández, 1998).

2. **Vermiculita.** Se obtiene por la exfoliación de un tipo de micas sometidas a temperaturas superiores a los 800 °C. su densidad aparente es de 90 a 140 kg/m³, presentándose en escamas de 5 a 10 mm. puede retener de 350 lt/m³, presentando buena aireación. Se CIC es prácticamente nula (22-5 meq/l). Puede contener de 8% de de potasio asimilable y hasta un 12% de magnesio asimilable. Su pH es próximo a la neutralidad (7.0 – 7.2) (Fernández, 1998).
3. **Piedra pómez.** Químicamente constituida en su mayor parte por bióxido silicio y óxido de aluminio. Con cantidades pequeñas de hierro, calcio, magnesio y sodio en forma de óxidos. Se clasifica por cribas en diferentes tamaños, pero no es tratada con calor. Aumenta la aireación y el drenaje en las mezclas de suelo (Sánchez y Favela, 2002).
4. **Tezontle.** De origen volcánico. Color rojo ó negro, estéril, buen a aireación y drenaje, baja C I C (Sánchez y Favela, 2002).
5. **Perlita.** Material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1,000 – 1,200°C cada una de las rocas silíceas volcánicas del grupo de las riolitas. Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1.5 y 6mm, con una densidad baja, en general inferior a los 100 kg/m³. Posee una capacidad de retención de agua hasta cinco veces su peso y una elevada porosidad; se CIC es prácticamente nula (1.5-2.5 meq/100g); su durabilidad esta limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar a los 5-6 años. Su pH esta cercano a la neutralidad (7 – 7.5) y se utiliza a veces mezclada con potros sustratos como turba, arena

(Fernández, 1998).

6. **Lana de roca.** Es un material obtenido a partir de la fundición industrial a más de 1600°C de una mezcla de rocas basálticas, calcáreas y carbón coque. En su composición química entre componentes como el sílice y óxidos de aluminio, calcio, magnesio, hierro, etc. Es un sustrato considerado como inerte, con CIC casi nula y un pH ligeramente alcalino, fácil de controlar. Tiene una estructura homogénea, un buen equilibrio entre agua y aire, pero presenta una degradación de su estructura, lo que condiciona que su empleo no sobrepase los 3 años (Fernández, 1998).
7. **Arcilla expandida.** Este material se obtiene tras el tratamiento de nódulos arcillosos a más de 100°C, formándose como unas bolas de corteza dura y un diámetro comprendido entre 2 y 10 mm. la densidad aparente es de 400 kg/m³ y posee una baja capacidad de retención de agua y una buena capacidad de aireación. Su CIC es prácticamente nula (2-5 meq/l). su pH esta comprendido entre 5 y 7 (Fernández, 1998).

Materiales orgánicos

1. **Turba.** Formada por restos de vegetación acuática, de pantanos o marismas en estado de descomposición parcial. La falta de oxígeno en el pantano hace mas lenta la descomposición bacteriana y química del material vegetal. Su composición depende de la vegetación de que se originaron (Sánchez y Favela, 2002).
2. **Corteza desmenuzada, aserrín, viruta de madera.** De palo rojo, cedro, abeto, pino o diversas especies de maderas duras, pueden usarse como

componentes de las mezclas de los cultivos (Sánchez y Favela, 2002).

3. **Bagazo de caña.** Buena capacidad de retención de humedad, se descompone rápidamente (Sánchez y Favela, 2002).
4. **Vermicomposta.** Material de color oscuro, con agradable olor a mantillo de bosque, su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, liberándolos en forma paulatina, facilita su asimilación por las raíces, impide que éstos sean lixiviados. Aumenta la retención hídrica de los suelos (4 – 27%), pH en un rango de (6.7 – 7.3), contenido de materia orgánica superior a 28%, relación carbón nitrógeno en un rango entre 9 y 13, posee ácidos húmicos y fúlvicos (Moreno, 2005a).

2.9.2 Composición de los sustratos

Los sustratos, al igual que los suelos, están constituidos por dos elementos principales; materiales sólidos y espacio poroso por el cual circulan los líquidos y los gases, en este sentido (Bastida, 2001) establece que un sustrato presenta las tres fases de la materia, las cuales se describen a continuación:

1. **Fase sólida.-** La fracción sólida de los sustratos varía del 75% de volumen en algunas arenas a menos del 10% en materiales como lana de roca y turba de pantano. El porcentaje de la fracción sólida depende del tamaño de las partículas y el grado de la compactación de los materiales, mientras más este compactado un material, mayor será la fracción sólida.
2. **Fase líquida.-** la fase líquida está determinada por la cantidad de agua que puede retener un material, en función de la porosidad y la facilidad o dificultad de adhesión de agua a las partículas de cada uno de los materiales. La solución

acuosa dentro de un sustrato tiene gran importancia ya que de ella depende el suministro de agua y elementos nutritivos a la planta.

- 3. fase gaseosa.-** La fase gaseosa la constituye el aire que circula por los poros de los sustratos, este aire aporta el oxígeno necesario para la respiración de las células de las raíces de los cultivos y remueve el CO_2 que se libera durante la respiración. El oxígeno también puede ser tomado del que se encuentra disuelto en el agua, pero este proceso solo aporta una pequeña cantidad que no siempre cubre las necesidades de las raíces de los cultivos.

2.8 Importancia de los abonos orgánicos

A nivel mundial, todas las regiones enfrentan graves problemas por la gran cantidad de residuos que generan. De dichos residuos más del 40% son de origen orgánico y éstos son la principal causa de los problemas de manejo que enfrentan los rellenos sanitarios. Sin embargo, a la fecha se ha establecido que la mayor parte de los residuos orgánicos pueden ser directamente reciclados usándolos como fertilizantes o mejoradores de suelos (Moreno, 2005a).

Los abonos orgánicos incluyen todas las fuentes de nutrientes derivadas de origen vegetal o animal, desafortunadamente estos son a menudo una fuente subestimada de elementos nutritivos.

2.10.1 Usos del compost

El compost tiene efectos positivos en el suelo, tales como: incremento en la actividad de la fauna del suelo, reducción de microorganismos patógenos (Bulluck *et al.* 2002), incremento en la densidad aparente, estabilización del pH, incremento de la capacidad de intercambio catiónico, disminución del lavado de nitratos (Stamatiadis *et al.* 1999, Pickering *et al.* 1998), eliminación de patógenos y semillas de malezas por las altas temperaturas generadas por la actividad microbiana (Eastman *et al.* 2001, Dixon y Walsh 1998, Ingham 1998) y degradación de residuos de plaguicidas (Block, 1998).

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. El lombricompost, al igual que el compost, logra transformar los desechos orgánicos en compuestos estables, por lo cual es considerado una forma de compostaje (Bollo 1999; Rynk, 1992).

Si el compost es utilizado como abono es importante considerar que la disponibilidad de nutrimentos varía mucho dependiendo de la materia prima utilizada, el método de compostaje, y el grado de madurez del producto final. El estudio de (Hartz *et al.* 2000) muestra el efecto de la variabilidad en los contenidos de nutrimentos de los compost sobre el N recuperado en el cultivo de *Festuca arundinacea* Shreb.

Cuadro 2.2 Composición de compost sobre el N recuperado en el cultivo de *Festuca arundinacea* Shreb. (Hartz *et al.* 2000).

Materiales composteados	N total	N Org.	P	K	C	C/N	N total recuperado %
Estiércol de gallina (1996)	38	36	23	29	217	5.7	7.0
Forraje (1996)	22	22	8	31	251	11.4	3.7
Residuos de cultivo	12	12	2	14	111	9.3	3.7
Desechos municipales (1996)	16	16	3	9	236	14.4	3.7
Estiércol de ganado vacuno	15	14	11	18	155	10.5	8.0

El uso de compost también tiene desventajas, tales como el incremento en los contenidos de sales a niveles que pueden afectar el crecimiento de cultivos sensibles y fitotoxicidades, especialmente cuando se emplean residuos con trazas de metales pesados o materiales no terminados (Costa *et al.*, 1997).

El proceso de vermicomposteo, favorecido por la acción transformadora de las lombrices y como método de reciclaje, es ideal para el tratamiento tanto de las deyecciones animales, como los residuos urbanos de tipo orgánico, ya que además de acelerar el proceso de generación de abonos orgánicos de calidad, evita la contaminación del medio ambiente (Benítez *et al.*, 1999; Castillo *et al.*, 2000).

2.11 Lombricultura

El término Lombricultura o Vermicultura, proviene del latín *Verme*: gusano y *Cultura*: conocimiento, por lo que se define como la utilización de lombrices de tierra como agentes biológicos en el proceso de transformación de residuos orgánicos (Vilchis, 1995). Como una alternativa para disminuir el impacto del hombre sobre los ecosistemas que ha

provocado un incremento desmedido de problemas críticos para el futuro de la humanidad, debido a sus necesidades de alimento y materias primas (OECD, 1995), actúa sobre los ecosistemas destruyendo los recursos naturales rápida y fácilmente (Kessler, 1994).

2.11.1 Importancia de la Lombricultura en México

El incremento de la población y los desechos que genera, el desarrollo de la urbanización y la diversificación de los procesos industriales han provocado graves problemas ambientales, debido a los contaminantes liberados. Los contaminantes contienen sustancias orgánicas e inorgánicas, metales pesados y sustancias radioactivas, que provienen de las aguas negras, las emisiones gaseosas, los agroquímicos, etc. Estas sustancias provocan que el suelo y el agua se vuelvan inutilizables (Moreno y Cano, 2004).

En México y otros países la ausencia de un manejo integrado de los sistemas de producción, tanto urbanos como rurales, trae como consecuencia la generación de grandes volúmenes de productos orgánicos, que al ser acumulados sin tratamiento alguno, ocupan espacios útiles de suelo, considerándose como productos de poco o nulo valor, siendo además fuente de contaminación. En este estado, la Lombricultura permite aprovechar toda la materia orgánica de las basuras urbanas, estiércoles, residuos orgánicos industriales, lodos de plantas de tratamiento de residuos con materiales pesados, etc. El proceso de transformación se utiliza en el tracto digestivo de la lombriz, produciendo la Vermicomposta, abono orgánico, eficaz en cultivos hortícolas e industriales a nivel mundial (Velasco, 1999).

La importancia de la lombriz en este proceso se debe a que:

- Ejerce un control efectivo y económico en los contaminantes.
- Mezcla partículas minerales con la materia orgánica de la superficie, favoreciendo así la formación de complejos coloidales benéficos para la planta.

2.11.2 Importancia de la Lombricultura en la Comarca Lagunera

Con el incremento progresivo de la población y la producción intensiva de cultivos y de cría de ganado, los volúmenes de residuos generados han provocado un serio problema de disposición y una fuente principal de contaminación ambiental. Los residuos generados requieren de grandes cantidades de tierra para su disposición, liberan olores y amoníaco hacia el aire, pueden contaminar el agua del subsuelo con sustancias nocivas, y precedan un riesgo para la salud (Atiyeh *et al*, 2000).

La Comarca lagunera es la cuenca lechera más importante del país, con más de 200,000 cabezas de ganado bovino en producción aproximadamente (SAGARPA, 2002). Sin embargo para tener ese número de cabezas de ganado bovino se requiere tener ganado de reemplazo y en desarrollo por lo que en total se tiene más de 400,000 cabezas. Lo anterior deriva en más de 1'000,000 de kilogramos de estiércol base seca, producido por día (Salazar *et al*, 2005).

Estos residuos no deben aplicarse directamente al suelo ya que pueden dañar severamente sus índices de fertilidad, provocar una incompatibilidad estructural, inmovilización del N, y fototoxicidad (Atiyeh *et al*, 2000).

Lo anterior resalta la importancia y/o necesidad de llevar a cabo un balance salino, calidad del suelo, etc., en los predios donde se aplica estiércol, desde luego

dosifica y manejado adecuadamente este desecho animal no solo en La Laguna sino también a nivel país. Debido a que el estiércol presenta una alta capacidad de intercambio catiónico, a medida que se va descomponiendo o biodegradando en el suelo se van liberando iones, los cuales afectan su fertilidad natural (calidad), pero también afectan el grado de salinidad y modicidad. Esto puede repercutir en una desventaja y puede llegar a tener efectos en la calidad del suelo, los cuales repercuten en un decremento en la producción y productividad de los cultivos que ahí se siembran (Salazar *et al*, 2004).

Una alternativa para la transformación de los desechos orgánicos sin alterar el medio ambiente y que nos aportara una serie de benéficos en la producción de alimentos agrícolas, sin duda alguna es el uso de lombrices de tierra, en donde existen referencias que muestran el potencial del cultivo intensivo de lombrices para el manejo de desechos orgánicos aporta beneficios de la siguiente manera: a). Aprovechado de las características nocivas de los desechos orgánicos, eliminando los malos olores y reduciendo los microorganismos dañinos al hombre. b). Con especies domesticas se alcanzan en poco tiempo altas densidades de población debido a su rápida reproducción y fácil manejo en camas. c). Obtención de útiles y negociables subproductos como fertilizantes orgánicos (ácidos húmicos y fúlvicos) así como composta. d). Producción de harina con alto contenido de proteína para la alimentación animal y humana (Sabine, 1983).

2.11.3 Clasificación taxonómica lombriz

La lombriz de tierra es un animal omnívoro, cuya clasificación taxonómica es la siguiente (Peñaranda, 1998).

Reino-----Animal
Subreino-----Metazoos
Phylum-----Prostomia
Grupo-----Annelida
Orden-----Oligochaeta
Familia-----Lumbricidae
Genero-----*Eisenia*
especie-----*foetida*
Variedad-----Red Irbid o Roja de California

2.11.4 Generalidades de *Eisenia foetida*

De acuerdo con (Ferruzi, 1987) la lombriz *Eisenia foetida* presenta las siguientes características:

1. Es extraordinariamente prolifera; madura sexualmente a los 2 ó 3 meses de vida. Cada 7-10 días deposita un capullo huevo con un contenido de fluctúa de 2 a 20 embriones, que a su vez eclosionan después de 14 a 21 días de incubación. Puede llegar a producir hasta 1,500 lombrices por año.
2. Como, con mucha velocidad, todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, rastrojos de cultivos, residuos de hortalizas y frutas, malezas, etc.
3. La digestión de productos mencionados anteriormente, produce enormes cantidades de humus de lombriz o vermicomposta.
4. En estado adulto, la longitud media de la lombriz roja es de 5 a 9 cm, con un diámetro de 3 a 5 mm, este tamaño lo alcanza a los 3 meses de edad; el peso de la lombriz es de aproximadamente 1 gramo.

5. una lombriz consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalentes a su propio peso o la mitad, según la condiciones de la vida, el 60% que ingiere lo conveniente en abono y restante, lo utiliza para su metabolismo y generar tejidos corporales.
6. La lombriz de tierra vive alrededor de 4 años, la roja 16 años, la fecundación de la terrestre es de 45 días mientras que la roja es de 7 días.
7. No se fuga del criadero, no cava galerías verticales, sino circulares y deja el humus (deyecciones) dentro de las galerías.

Cuadro 2.3 Sustrato ideal para el crecimiento de la lombriz *Eisenia foetida* (Moreno, 2005a).

Temperatura optima	25 a 28 °C
pH	6.8 a 7.2
Humedad	70 a 80%
Sustrato	Orgánico
Densidad de población	40 a 50,000 individuos m ²

La carne de lombriz contiene, entre el 60 y 80% de proteína cruda que le ubica como uno de los alimentos de mayor calidad que se puede encontrar en la naturaleza. Esta alternativa nos ofrece la oportunidad de producir carne de altísima calidad y a muy bajo costo; la rentabilidad y productividad no alcanzada jamás por otra actividad que requiere la obtención de carne (Raspeño y Cumiolo, 1996).

2.11.5 Vermicomposta o humus de lombriz

La producción de vermicomposta, denominada Lombricultura, es una actividad reciente ya que tiene su inicio en 1984, con el establecimiento de criaderos de lombrices.

En estos criaderos se ha estimado que si un m² de superficie contiene 50,000 lombrices, de las cuales entre 20 y 25,000 son adultas, cuyo diámetro es de 3 a 5 mm, la longitud entre 5 y 9 cm, si cada lombriz consume 0.5 gr de alimento y produce 0.3 gr de humus por día², se producirán 7,500 gr de humus de lombriz al día⁻¹ (Bravo-Veras, 1996).

Se llama humus a la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos y que en consecuencia se encuentra químicamente estabilizada como coloide, el cual regula la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo (Fernández *et al*, 2003).

La Lombricomposta o humus de lombriz se genera en el tubo digestor de la lombriz, y de acuerdo al uso que se destine, se puede clasificar como: fertilizante orgánico, mejorador del suelo y medio de crecimiento para especies vegetales desarrolladas en invernaderos (Fernández *et al*, 2003).

5.11.6 Propiedades de la vermicomposta

La vermicomposta es un material de color oscuro, con agradable olor a mantillo de bosque, su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, liberándolos en forma paulatina, facilita su asimilación por las raíces, impide que éstos sean lixiviados manteniéndolos disponibles por más tiempo en el suelo, favorece la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Incrementa la superficie activa de las partículas minerales favoreciendo la CIC de los suelos. Favorece y multiplica la actividad biótica del suelo. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas

contra plagas, enfermedades y organismos patógenos (Moreno *et al*, 2005b).

El humus de la lombriz, favorece la formación de micorrizas, acelera el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez, sabor y color. La lombriz en su contacto físico con el sustrato, transmite con su mucosa particulares características que favorecen el estado coloidal del producto final para su acción dinamizadora del sustrato. La acción microbiana emergente del humus de lombriz hace asimilable para las plantas materiales inertes como fósforo, Calcio, Potasio, Magnesio, como también de micro y oligoelementos, fijándolos en los sustratos, además de los microorganismos simbióticos (Raspeño y Cumiolo, 1996).

Los ácidos húmicos y fúlvicos que contienen generan las características físicas y químicas del suelo (Moreno y Cano, 2004).

Cuadro 2.4 Composición química de la Vermicomposta de bovino (Luévano y Velásquez, 2001).

propiedad	%
Humedad	30-60%
pH	6.8 y 7.2
Nitrógeno	1-2.6%
Fósforo	2-8
Potasio	1-2.5%
Calcio	2-8%
Magnesio	1-2.5%
M O	30-70%
C orgánico	14-30%
Ácidos fúlvicos	2.8-5.8%
Ácidos hum - fulv	1.5-3%
Sodio	0.02%
Cobre	0.05%
Hierro	0.02%
Manganeso	0.006%
Flora bacteriana	40 x 10 ⁶ colonias x gr.

2.11.7 Ácidos Húmicos y Fúlvicos

Los ácidos húmicos

Es de color café oscuro, de alto peso molecular (5,000-300,000 dalton), íntimamente ligado a las arcillas y resistente a la degradación. Contiene alrededor de 50-60% de carbón (Guerrero, 1996).

Ácidos fúlvicos

Es la fracción humita que permanece en la solución acuosa acidificada; soluble en ácidos y bases. Es de color pardo –amarillento, de menor peso molecular (900-5,000 dalton) y posee cerca de 43-52% de carbono (Guerrero, 1996).

Cuadro 2.5 Composición de los ácidos húmicos y Fúlvicos (Guerrero, 1996).

Sustancias	C %	H %	O %	N %
Ácidos Fúlvicos	44 - 49	3.5 - 5.0	44 - 49	2 - 4
Ácidos Húmicos	52 - 62	3.0 - 5.5	30 - 33	3.5 - 5.0

La relación ácido húmico/ ácido fúlvico del humus de lombriz es de 1.4 a 2.0. Las sustancias húmicas tienen carácter ácido, debido a la presencia de grupos funcionales carboxilos y fenólicos; siendo mayor la acidez en ácidos fúlvicos. La capacidad de intercambio catiónico de las sustancias húmicas provenientes del humus de la lombriz es de 150-300 meq*100 g¹. Estas sustancias son muy sensibles a la oxidación, produciéndose grandes cantidades de CO², H²O, ácido acético, ácido oxálico, etc., durante su descomposición (Bollo, 1999). Las sustancias húmicas tienen su efecto primordial en las plantas al estimular el crecimiento radicular y en semillas al germinar promueve el crecimiento de la radícala, mejora la absorción de micro nutrientes como el Fe, Cu y Zn, estimula y aumenta la absorción de nitrógeno (Fernández *et al.* 2003).

2.11.8 Beneficios de las Micorrizas

Las Micorrizas son asociaciones entre la mayoría de las plantas existentes, con hongos benéficos, que permiten incrementar el volumen de la raíz y por tanto permiten una mayor exploración de la rizósfera y son consideradas los componentes más activos de los órganos de absorción de nutrientes de la planta, la que a su vez provee al hongo simbiote, de nutrientes orgánicos y de un nicho protector (Barea y Azcon, 1991).

2.12 Producción de hortalizas orgánicas en México

México es un gran productor y exportador de productos hortícolas, así como de flores y plantas de ornato. Cualquiera que sea el producto obtenido por vía orgánica, debe de ser sujeto a una normativa de producción, quedando excluido el uso de insumos sintéticos como fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas, durante el proceso de producción y durante el periodo de conservación estipulado por organismos de certificación (Rindermann *et al*, 2002).

Las hortalizas orgánicas son demandadas por países como Japón, Estado Unidos, Alemania, Francia y Holanda, entre otros. Cook (2003) indica que el consumo *per capita* de tomate fresco en Estados Unidos se ha incrementado de 7.6 kg en 1994 a 8.7 kg en el 2000. El cultivo orgánico de hortalizas en México es relativamente reciente, distinguiéndose las regiones de los Cabos en Baja California Sur, donde se produce, tomate, pepino y melón y en el bajío de Guanajuato donde se produce berenjena y coliflor (Ruiz, 1999).

En México la producción orgánica representa ya un rubro importante, gracias a que cubre mas de 102,802 hectáreas certificadas bajo un esquema de producción sustentable y genera mas de 47 millones de dolares en divisas, propiciando la

revaporización de la agricultura tradicional, la generación de empleos (3.7 millones de jornales anuales) y mayores ingresos, principalmente para los pequeños productores. En el país existen 127 zonas productoras de orgánicos distribuidas en 25 estados, destacando Chiapas, Oaxaca, Jalisco y Guerrero (Gómez *et al*, 1999).

Hasta el 2001 se cultivaron mas de 30 productos orgánicos diferentes (tomate, chile, calabaza, pepino, ajo, chícharo, berenjena, melón, entre otras con una superficie de 4,391 ha; existen además manzana con 2,285 ha, ajonjolí con 1,810 ha, frijol y garbanzo con 2,141 ha. maíz azul con 970ha. también se produce miel, leche, miel de agave, algunos carnicol (Agrored, 2002).

2.12.1 Producción orgánica en América Latina

La superficie mundial dedicada a la producción orgánica alcanza los 22.811.267 hectáreas, de las cuales el 21.4 % se encuentra en América Latina, con un total estimado en 4.886.967 ha. (Gudynas, 2003).

Considerando la superficie total dedicada a la producción orgánica, muestran que Argentina ocupa el primer lugar con más de tres millones de hectáreas, y muy distanciada del segundo puesto, donde aparece Uruguay con casi 700 mil ha. El primer puesto a nivel mundial lo ocupa Australia, con más de 10 millones de ha. certificadas; Argentina ocupa el segundo lugar a nivel global. Es llamativo que países de enorme superficie dediquen áreas comparativamente pequeñas a este tipo de producción (son los casos de Brasil, México y Colombia) (Gudynas, 2003).

Es posible realizar algunas comparaciones a nivel global. América Latina posee más de 4 millones y medio de hectáreas bajo producción orgánica, superando a la Unión Europea de los 15 (que presenta poco menos de 4 millones y medio de ha.); y un poco

menor a la Europa "ampliada" (donde se alcanzan los 5 millones de ha.). La superficie Latinoamericana es mucho mayor que la de Norteamérica (Canadá y EE. UU.), donde es menor a un millón y medio de ha. (Gudynas, 2003).

2.13 Antecedentes de la producción orgánica bajo invernadero

Cano *et al*, (2004) evaluando dosis de vermicomposta en cultivo de tomate bola bajo invernadero, encontró que el genotipo Andrea en vermicomposta al 12.5% dio un rendimiento de 170.72 ton/ha. con un peso de 224.71 g. por fruto y 6.219 grados Brix.

Acosta (2003) evaluando dosis de vermicomposta en cultivo de tomate bajo invernadero sin calefacción, reporta un rendimiento de 52.3 ton/ha, con un peso promedio de 111.6 g por fruto.

Sánchez (2003) evaluando tomate bajo invernadero en dosis de vermicomposta durante el ciclo primavera-verano, reporta un rendimiento promedio de 33.63 ton/ha. Con un peso promedio por fruto de 134.07 g.

López (2003) encontró que se puede llegar a producir hasta 221.5 ton/ha. de tomate con buena calidad bajo invernadero sin calefacción durante el ciclo otoño-invierno en La Comarca Lagunera, durante los meses en que hortaliza escasea y puede alcanzar precios muy altos.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del experimento

El experimento se realizó en La Comarca Lagunera, que se encuentra comprendida 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 1,100 metros sobre el nivel del mar. Durante el ciclo 2004 – 2005, se inicio en el mes de octubre y concluyo en junio, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicada entre Periférico (Raúl López Sánchez) y carretera a Santa Fe, Torreón, Coahuila, México.

3.2 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, el sistema de enfriamiento consta de una pared húmeda y un par de extractoras de aire caliente, ambos sistemas están sincronizados para accionarse por los sensores, las macetas cuentan con un sistema de riego esta programado para dar dos riegos por día, la superficie del invernadero es de 180 m².

3.3. Llenado de macetas

Las bolsas tenían una capacidad para contener 14 litros de sustrato.

Los sustratos de vermicomposta, se realizaron con una mezcla de Arena y composta en porción de 1:1.

En el sustrato Fraccionado de vermicomposta + arena, el 50% de la capacidad de la maceta se aplico al inicio, a los 30 días después del trasplante se aplico un 25% (20 de diciembre del 2004), y el 25% restante a los 86 días después del trasplante (14 de febrero

del 2005), con esto se logro completar los 14 litros.

El sustrato Arena 50% + 50% vermicomposta, esta mezcla se aplico al 100% de la capacidad de la maceta.

El sustrato Arena mas fertilización inorgánica, este sustrato se aplico desde el inicio del trasplante al 100% de la capacidad de la maceta.

Cuadro 3.1. Tratamientos evaluados, durante el periodo octubre– junio (2004 – 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

Trat	Sustrato	Genotipo
1	Fraccionado vermicomposta + arena	Big beef
2	Fraccionado vermicomposta + arena	Red chief
3	Arena 50% + 50% vermicomposta	Big beef
4	Arena 50% + 50% vermicomposta	Red chief
5	Arena + fertilizantes inorgánicos	Big beef
6	Arena + fertilizantes inorgánicos	Red chief

3.4 Diseño experimental

Se utilizo un diseño de completamente al azar con dos factores, el factor A lo constituían los sustratos y el factor B los genotipos con un total de seis tratamientos (cuadro 3.1).

3.5 Genotipos

Los híbridos de tomate evaluados fueron Big beef y Red chief, la parcela experimental fue de 40 plantas de tomate, en una superficie de 180 M².

3.6 Marcos de plantación

Las separación entre hileras fue de 1.6 m, y se instalaron las macetas a doble hilera, con arreglo en tresbolillo espaciadas a 30 cm entre planta y planta, teniendo una densidad de 4.4 plantas por m².

3.7 Siembra y trasplante

La siembra se realizo en charolas germinadoras de 200 celdillas, el sustrato para germinación que se utilizo fue peat most, la siembra se realizo el día 2 de octubre del 2004 y se transplanto el día 20 de noviembre del mismo año. La arena fue previamente lavada con agua y cloro para desinfecta. Se aplico 5% de cloro al agua, se aplico 2 litros de la solución por maceta, y dos días después reaplicaron 2 riegos de dos litros por cada riego para lavar loa maceta.

3.8 Fertirriego

Los riegos se realizaron para el sustrato arena al 100%, se aplico desde .5 a 2 litros de agua/día por maceta dividido en tres riegos. La fertilización utilizada se muestra en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2 Solución nutritiva empleada en la fertirrigación del cultivo de tomate en el sustrato testigo bajo condiciones de invernadero, UAAAN-UL, 2005.

Fertilizantes	Plantación y establecimiento	Floración y cuajado	Maduración y cosecha
Nitrato de calcio	60 g	420 g	405 g
Nitrato de magnesio	20 g	140 g	216 g
Nitrato de potasio	55 g	385 g	495 g
Zn(EDDHA)	8 g	28 g	39 g
Maxiquel multi	8 g	28 g	39 g
Ácido fosfórico	86 ml	240 ml	169 ml

Cada solución en 18 litros de agua

3.9 Manejo del cultivo

3.9.1 Poda

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo, eliminando los brotes axilares cuando estos tenían de 3 a 5 cm, esto debe realizarse de abajo hacia arriba para no perder la guía principal. Durante la fructificación en el punto rosado de los primeros frutos se procedió a deshojar, eliminando las que quedaban por debajo del racimo. La poda apical se realizó cuando al octavo racimo.

3.9.2 Entutorado

Las plantas fueron conducidas mediante hilo de rafia cuando alcanzo una altura de 30 cm 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 fueron bajas a 1.4 m, esto con la finalidad de tener un mejor manejo de polinización.

3.9.3 Polinización

Cuando inicio la apertura de las flores, se procedió polinizar con un vibrador manual (cepillo dental electrónico), se paso el vibrador diariamente durante en un horario de 12 de la mañana a 2:00 PM.

3.10 Organismos dañinos y control

- Se establecieron trampas de color amarillo para el monitoreo y control de plagas.
- Se realizaron revisiones visuales de las plantas cada semana.
- Las principales plagas encontradas fueron: Mosquita blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolli* Bellows & Perring), y como plagas secundarias se presentaron el ácaro de bronceado del tomate (*Acolopus lycopersici*) y

gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella* Walshintham). Dichas plagas fueron controladas con insecticidas orgánicos, los productos utilizados fueron Bioinsect, Killwac, Biocrak, en dosis de 2 litros por hectárea.

- A los 59 días depuse de la siembra se encontraron brotes de cenicilla (*Leveillula taurina* Lev. Am) y a los 107 dds se encontró *Alternaria solani*, ambas se propagan a través de viento, ambos patógenos fueron controlados con fungicidas orgánicos (BioFyB), Sedic, ambos en dosis de 1.8 litros por hectárea.

3.11 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).

3.12 Variables a evaluar

1. **Altura de planta.** Consistió en tomar las mediciones de cada planta hasta el octavo racimo, las mediciones se realizaron con una cinta métrica
2. **Numero de nudos.** Se contó el total de nudos de cada planta muestreada hasta el octavo racimo.
3. **Inicio de floración.** El inicio de floración se tomo cuando la primera flor del primer racimo de cada planta muestreada se abrió completamente.
4. **Inicio de cosecha.** Se comenzó a cosechar cuando el primer fruto de las plantas muestreadas llegaron a un 50 de su madures fisiológica.
5. **Diámetro polar y ecuatorial.** cada fruto fue medido con un vernier en la parte central y de polo a polo.
6. **Número de lóculos.** Consistió en tomar cada fruto, partirlo en la parte

ecuatorial y contar cada uno de ellos.

7. **sólidos solubles.** Se Consistió en tomar cada fruto, partirlo en la parte ecuatorial, exprimir y dejar caer tres gotas de jugo en el refractómetro y de acuerdo al nivel indicado tomar la lectura para cada fruto.
8. **Espesor de pulpa.** A los frutos cortados, con ayuda de una regla se les midió el espesor de pulpa, esto se realizo para cada fruto.
9. **Peso de fruto.** El peso de fruto se saco con ayuda de una báscula electrónica, se pesaron todos lo frutos de las plantas no solo de las muestreadas.
10. **Rendimiento total, Rendimiento chico, Mediano, Grande.** Esta variables fueron obtenidas con el peso de cada uno de los frutos y de acuerdo el peso fueron clasificados. Realizando una suma total de los pesos de los frutos se obtuvo el rendimiento de cada variable.
11. **Daño fisiológico.** Estos frutos fueron pesados de igual forma que los demás, solo que fueron clasificados por el daño que tenían.

3.13 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 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 DISCUSIONES

4.2 Variables fenológicas

4.1.1 Altura de planta

Para esta variable se encontró diferencia altamente significativa entre sustratos y no significativo entre los genotipos, en la comparación de medias se encontró que el sustrato arena +fertilizante inorgánico con el genotipo Big beef fue el de mayor altura con 333.6 cm y el de menor altura lo mostró el sustrato Arena 50% + Composta 50% con el genotipo Red chief alcanzando 237.75 cm de altura (Cuadro 4.1.1).

Ríos (2003) evaluando tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero con cubierta de plástico en arena y con fertiriego, reporta que el genotipo Barbarian en la variable altura tuvo un valor de 245.6 cm, esta variable fue superada fácilmente por los resultados obtenidos en este trabajo.

Aguilar (2003) evaluando tomate de crecimiento indeterminado en invernadero plástico sin calefacción ni sistema de control de temperatura reporta una altura promedio de 249.3 cm y 216.6 cm con esta altura no coinciden con el experimento realizado.

Cuadro 4.1.1 Altura de plantas en el cultivo de tomate, en sustratos bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Sustrato	Genotipo	Altura en cm
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	333.6 a
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	296.2 a
Fraccionado de Vermicomposta-arena	Big beef	275.7 a b
Fraccionado de Vermicomposta-arena	Red chief	252.3 b
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	248.2 b
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	237.7 b
CV		13.15
Media		273.9

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.1.2 Número de nudos

En esta variable se encontró diferencia altamente significativa entre sustratos, significativa en genotipos y no significativa en la interacción genotipo x sustrato mostrando una media de 37 y el coeficiente de variación 12.75, se encontraron dos grupos de significancia siendo el genotipo Big beef en el sustrato arena con mayor numero alcanzando 41, y el de menor numero nudos fue el genotipo Red chief en el sustrato arena 50% + 50% de Vermicomposta con 33 nudos (Cuadro 4.1.2).

Cuadro 4.1.2 Número de nudos en dos genotipos de tomate, en tres sustratos diferentes, bajo invernadero, durante el periodo Noviembre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamiento	Genotipo	Número de nudos
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	41 a
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	40 a
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	38 a
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Big beef	37 ab
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Red chief	35 b
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	33 b
CV		12.75
Media		37

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.1.3 Diámetros del tallo

En la variable diámetro basal de tallos se encontró diferencia altamente significativa entre sustratos y genotipos, no se encontró diferencias en la interacción sustrato X genotipo. En la comparación de medias se presentaron tres grupos de significancia, siendo el genotipo Red chief en sustrato Fraccionado de Vermicomposta+arena el de mayor diámetro con 1.15 cm y el genotipo de menor diámetro lo presentó Big beef en el sustrato de arena alcanzando 0.9 cm de diámetro (Cuadro 4.1.3).

El genotipo de mayor diámetro medio fue Red chief en sustrato de arena, mientras que el de menor diámetro fue Big beef en sustrato Arena 50%+ 50% de Vermicomposta (Cuadro 4.1.3).

Cuadro 4.1.3 Diámetro basal y medio en el cultivo de tomate, en sustratos bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Sustrato	Genotipo	Diámetro basal	Diámetro medio
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Red chief	1.15a	1.47 a
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	1.08a	1.55 a
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Big beef	1.0 b	1.38 b
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	0.95ab	1.30 bc
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	0.93 c	1.17 c
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	0.9 c	1.32 bc
CV		14.2	13.06
Media		1.0	1.37

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.1.4 Floración

El análisis de varianza presentó diferencia altamente significativa en las fuentes de variación sustrato, genotipo y la interacción sustrato X genotipo, siendo el mas precoz Big beef en los sustratos arena y Arena 50%+ 50% de Vermicomposta con 64 días después de la siembra (dds) y el mas tardío fue Red chief en sustrato de arena a 81 días después de la siembra (dds), Con un coeficiente de variación de 10.6 (Cuadro 4.1.4).

Los resultados de este experimento no concuerdan con los citados por Hernández (2003), quien evaluando genotipos de tomate en invernadero reporta una media de 52.6 mostrando valores a inicio de floración de 47.5 y 55.7 días después de la siembra. Los resultados se acercan a lo citado por (López, 2003) quien reporta una media de 70.6 (dds) mostrando valores a inicio de floración de 68 y 75.4 días después de la siembra.

Con los resultados que se encuentra concordancia son los mencionados por Cobarrubiaz (2004) quien evaluando calidad y rendimiento de 8 híbridos de tomate,

encontró que el híbrido Scoop empezó a florear a los 64.00 días después de la siembra (dds).

Cuadro 4.1.4 inicio de floración en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamiento	Genotipo	inicio floración (dds)
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	81 a
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	80 a
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Big beef	68 b
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Red chief	68 b
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	64 b
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	64 b
CV		10.6
Media		71

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.1.5 Inicio de cosecha

El análisis de varianza mostró diferencia significativa entre genotipos, en la interacción sustrato X genotipo no se encontró significancia, el genotipos mas precoz fue Big beef en el sustrato arena + fertilizante inorgánica con 153 dds, y el mas tardío fue Red chief en el mismo sustrato (Cuadro 4.1.4). Estos resultados no concuerdan con los citados por Demirer *et al*, (2000) quienes evaluaron tomate en sustratos de perlita en invernadero y reportan para inicio de cosecha 112 días después del transplante (ddt), mientras que en el presente trabajo se obtuvo a los 104 y 108 días después del transplante (ddt).

Cuadro 4.1.5 inicio de cosecha en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Sustrato	Genotipo	Inicio de cosecha (dds)
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	161 a
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	160 a
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Big beef	160 a
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Red chief	159 a
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	154 b
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	153 b
CV		5.62
Media		157

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.2 Calidad fruto

4.2.1 Peso de fruto

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas en sustratos y genotipos y significativo en la interacción sustrato X genotipo, El peso medio para esta variable fue de 185.4 gr. En la comparación de medias el sustrato arena + fertilizantes inorgánicos con el genotipo Red chief presentó el mayor valor con 214 gr. el peso mas bajo se mostró el sustrato Arena 50%+ 50% de Vermicomposta con el mismo genotipo. (Cuadro 4.2.1). Estos resultados superan a los citados por Demirer *et al*, (2000) evaluando tomate en sustratos de perlita en invernadero reportan 149 gr por fruto.

Los resultado obtenidos en este trabajo superan a lo mencionado por Cobarrubiaz (2004), quien evaluando genotipos de tomate en invernadero, reporta un peso medio de 145.03 gr. de la misma manera Hernández (2003), evaluando tomate en invernadero,

obtuvo una media de 136.4 g.

Cuadro 4.2.1 Peso en gramos en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN U-L.

Tratamiento	Genotipo	Peso en gr
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	214.0 a
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Big beef	209.2 a
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	184.8 b
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	172.7 bc
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Red chief	164.3 c
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	163.0 c
CV		19.51
Media		185.44

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.2.2 Diámetro polar

En esta variable el análisis de varianza encontró diferencia significativa entre sustratos. En las fuentes de variación genotipos y la interacción sustrato X genotipo se encontró que son estadísticamente iguales. Con una media 6.9 y un coeficiente de variación de 13.41. El genotipo que manifestó mayor diámetro polar fue Big beef en sustrato testigo de arena + fertilizante inorgánico con 6.3 cm y el sustrato en el se manifestó menor diámetro polar con 5.8 cm fue Arena 50%+ 50% de Vermicomposta con el mismo genotipo (Cuadro 4.2.2).

En cuanto a diámetro polar, los resultados obtenidos en este trabajo superaron a los citados por Hernández (2003) quien este ultimo reporta para Atila y Barbarian 5.52 y 5.08 cm, lo cual muestra que fueron superados en este trabajo, también superan a lo citado por Hernández (2004) quien en el análisis de varianza encontró una media de 6.3

cm.

Cuadro 4.2.2 Diámetro polar en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamiento	Genotipo	Diámetro polar (cm)
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	6.3 a
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Red chief	6.2 a
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Big beef	6.1 a
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	6.01 ab
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	5.9 ab
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	5.8 b
CV		13.41
Media		6.09

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.2.3 Diámetro ecuatorial

En el análisis de varianza de esta variable se encontró diferencia altamente significativa en sustratos y genotipos y no significativo en la interacción sustrato X genotipo con una media de 7.47 cm de diámetro ecuatorial y con un coeficiente de variación de 8.79, en la comparación de medias se encontró que el genotipo Red chief en sustrato arena + fertilizante inorgánico con 8 cm fue el mejor y con 7.1 cm el genotipo Big beef en sustrato Arena 50%+ 50% fue el de menor diámetro ecuatorial (Cuadro 4.2.3). Estos resultados superan a los citados por Demirer *et al* (2000) evaluando tomate en sustratos de perlita en invernadero reportan 6.5 cm de diámetro.

Este trabajo supera a los resultados obtenidos por Cobarrubiaz (2004), que evaluando genotipos de tomate en invernadero obtuvo un diámetro ecuatorial 7.10 cm en el genotipo Scoop, y con el genotipo Barbarian 5.43 cm de diámetro ecuatorial.

También supera a los resultados obtenidos por Hernández (2003) que reporta un diámetro ecuatorial para el genotipo Atila de 4.82 cm.

Cuadro 4.2.3 Diámetro ecuatorial en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamiento	Genotipo	Diámetro Ecuatorial (cm)	
		Media	Letra
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	8.0	a
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Red chief	7.8	a
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	7.5	b
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	7.3	b
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Big beef	7.1	b
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	7.1	b
CV		8.79	
Media		7.47	

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.2.4 Grados Brix

En el análisis de varianza de esta variable presentó diferencia altamente significativa entre sustratos, y significativo en genotipos y la interacción sustrato X genotipo se encontró que son estadísticamente iguales con una media de 5.11 y con un coeficiente de variación de 9.11, sobresalió con 5.3 grados Brix el genotipo Red chief en el sustrato Fraccionado de Vermicomposta+arena, mientras que el genotipo que presentó menor contenido de sólidos solubles fue Big beef en sustrato arena + fertilizante inorgánico con 4.8 grados Brix (Cuadro 4.2.4). Estos resultados no superan a los citados por Hernández (2004) que evaluando tomate en invernadero reportan de una media de 6.9 grados Brix.

No concuerda a lo citado por Hernández (2003) evaluando el calcio, boro y magnesio en tomate en invernadero reporta valores de 4.5 y 5.3.

Avalos (2003) evaluando tomate en sustratos en invernadero con mezclas de vermicomposta arena encontró diferencias significativas reporta para el nivel de 37.5 y 25% valores de 6.2 y 5.9 °brix respectivamente.

Zarate (2002) evaluando tipos de vermicomposta en sustratos en el cultivo de tomate en invernadero reporta al nivel de 50% de vermicomposta con 5.6 °brix.

En cuanto al resultado de esta variable no concuerda con los citados por Hernández (2003) quien obtuvo para el genotipo Atila 4.27 °Brix, mientras en este resultado se obtuvo un valor mas alto el cual fue de 5.3 °Brix.

Cuadro 4.2.4 Grados Brix (°Brix) en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamiento	Genotipo	°Brix
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Red chief	5.3a
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Big beef	5.3a
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	5.2ab
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	5.1ab
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	4.9 b
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	4.8 b
CV		9.11
Media		5.11

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.2.5 Espesor de pulpa

Al realizar el análisis de varianza se encontró diferencia significativa entre sustrato, genotipos y la interacción sustrato X genotipo se encontró que son estadísticamente iguales, obteniéndose una media de 0.72 cm y un coeficiente de variación de 13.02, el mayor espesor lo presentó el genotipo Red chief en el sustrato Fraccionado de Vermicomposta+arena con 0.75 cm de pulpa y siendo el de menor espesor de pulpa el genotipo Big beef en sustrato de Arena + fertilizante inorgánico con 0.67 cm (Cuadro 4.2.5).

Estos resultados no coinciden con Hernández (2003) quien reporta una media de 0.79 cm, obteniendo el mayor espesor Atila con 0.99 cm el cual supera a los resultados de la presente investigación.

Cuadro 4.2.5 Espesor de pulpa en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Sustrato	Genotipo	Espesor de pulpa en cm
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Red chief	0.75a
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Big beef	0.73a
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	0.72a
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	0.72a
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	0.72a
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	0.67b
CV		13.02
Media		0.72

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.2.6 Número de lóculos

El análisis de varianza encontró diferencias altamente significativas entre los genotipos y en la interacción sustrato X genotipo, no se encontró significancia entre los sustratos evaluados, para esta variable se presentando una media de 5.35 y un coeficiente de variación de 13.43, el genotipo que presento el mayor número de lóculos fue Big beef en el sustratos Fraccionado de Vermicomposta+arena con 6 loculos , mientras que el genotipo de menor número de lóculos lo presento Red chief en el mismos sustratos con 5 (cuadro 4.2.6).

Los resultados obtenidos en esta variable superan a lo mencionado por Sánchez, (2003), quien evaluando tomate en vermicomposta reporta la variedad Max con 4 lóculos.

Cuadro 4.2.6 Numero de lóculos en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre -- junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Sustrato	Genotipo	Numero de Lóculos
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Big beef	6.0a
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	5.6 b
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	5.4b c
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	5.13 cd
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	5.09 cd
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Red chief	4.9 d
CV		13.43
Media		5.35

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.3 Rendimiento total

El análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa entre sustratos, en genotipos y la interacción sustrato X genotipo no se encontró significancia, presentando una media de 212.93 t/ha y un coeficiente de variación de 36.26, en la comparación de medias se encontró que el sustrato testigo arena + fertilizante inorgánico con el genotipos Big beef presentó el mayor rendimiento con 295.1 t ha⁻¹, para el sustrato Arena 50%+ 50% de Vermicomposta con el mismo genotipo se obtuvo el menor rendimiento con 122.68 t ha⁻¹ (Cuadro 4.3). estos resultados superan a los citados por Demirer *et al*, (2000) quienes evaluando tomate en sustratos de perlita en invernadero reportan 23.8 kg por m².es decir 238 t ha⁻¹

Estos resultados superaron a los citados por Hernández (2004), también a los citados por Ríos (2002) quien reporta para el genotipo Bosky 154.09 t ha⁻¹.

Cuadro 4.3 Rendimiento por hectárea en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamiento	Genotipo	Ton/Ha
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	295.1a
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	266.18a
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Red chief	235.38 b
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Big beef	216.23 b
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	142.1 c
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	122.68 c
CV		36.26
Media		212.93

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.3.1 Rendimiento chico

En esta categoría el análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa entre genotipos, y significativa entre sustratos, no se encontró significancia en la interacción sustrato X genotipo, presentó una media de 5.66 t ha⁻¹, se encontraron dos grupos de significancia destacando el genotipo Red chief con el sustrato Fraccionado de Vermicomposta+arena con 7.92 t ha⁻¹, respectivamente mientras que el genotipo de menor rendimiento fue Big beef en sustrato de arena + fertilizantes inorgánicos con 3.96 t ha⁻¹ (Cuadro 4.3.1).

Estos resultados no concuerdan con los citados por Barreto (2002), quien evaluó genotipos de tomate, cita que los valores mas altos fueron para los genotipos Allegro y Centurión con producciones de 9.8 y 9.0 t ha⁻¹ respectivamente.

Cuadro 4.3.1 Rendimiento chico por hectárea en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamiento	Genotipo	Peso chico (ton/ha)
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Red chief	7.92a
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	6.56ab
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Big beef	5.15 b
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	4.55 b
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	4.22 b
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	3.96 c
CV		70.19
Media		5.66

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.3.2 Rendimiento mediano

El análisis de varianza para rendimiento mediano arrojó diferencia altamente significativa entre sustratos, no se encontró significancia en genotipos y la interacción sustrato X genotipo con una media de 149.85 t ha⁻¹, y un coeficiente de variación de 46.32, se encontraron tres grupos de significancia sobresaliendo el sustrato Fraccionado de Vermicomposta+arena con el genotipos Red chief dando 64.71 t ha⁻¹ mientras el sustrato de menor rendimiento fue Arena + fertilizantes inorgánicos con el genotipo Big beef dando 18.74 t ha⁻¹ (Cuadro 4.3.2).

Los resultados obtenidos en este trabajo no concuerda con los citados por Barreto (2002), quien menciona que los valores mas altos fueron de 1.8 ton/ha.

Cuadro 4.3.2 Rendimiento mediano en por hectárea en dos genotipos de tomate, en tres sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo Noviembre – junio (2004 – 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamiento	Genotipo	Peso mediano (t/ha)
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Red chief	64.71a
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	40.65 b
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	40.47 b
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	27.71 c
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Big beef	24.12 c
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	18.74 c
CV		46.32
Media		149.85

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.3.3 Rendimiento grande

En el análisis de esta categoría mostró diferencia altamente significativa entre sustratos y genotipos, no se encontró diferencia significativa en la interacción sustrato X genotipo, con una media de 149.85 t ha⁻¹ y un coeficiente de variación de 46.32, se encontraron cinco grupos de significancia sobresaliendo el sustrato arena + fertilizantes inorgánicos con el genotipo Big beef rindiendo 264.94 t ha⁻¹, y el sustrato con el genotipo de menor rendimiento fue Arena 50%+ 50% de Vermicomposta y Red chief con 56.6 t ha⁻¹.

Para esta variable (Barreto, 2002), menciona que los valores mas altos fueron 2.2 t ha⁻¹. Lo cual no concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación.

Cuadro 4.3.3 Rendimiento grande en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL. UL.

Tratamiento	Genotipo	Peso grande (t/ha)
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	264.94a
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	205.75 b
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Big beef	156.71 c
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Red chief	112.25 d
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	93.8 d
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	56.6 e
CV		46.32
Media		149.85

4.3.4 Rendimiento con daño fisiológico

En esta variable se encontró que los genotipos, sustratos y la interacción sustrato X genotipo son estadísticamente iguales, mostrando una media de 10.87 t ha⁻¹ y un coeficiente de variación de 72.17, para esta variable el genotipo sobresaliente fue Big beef en el sustrato Arena + fertilizante inorgánico con 12.56 t ha⁻¹, mientras que el genotipo Red chief en sustrato Arena 50%+ 50% de Vermicomposta con 6.14 t ha⁻¹ es el de menor valor (Cuadro 4.3.4).

Cuadro 4.3.4 Rendimiento grande en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL. UL.

Sustrato	Genotipo	Daños fisiológicos (ton/ha)
Arena + fertilizante inorgánico	Big beef	12.56a
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Big beef	10.91a
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Big beef	10.85a
Arena + fertilizante inorgánico	Red chief	10.50a
Fraccionado de Vermicomposta+arena	Red chief	10.23a
Arena 50%+ 50% de Vermicomposta	Red chief	6.14a
CV		72.17
Media		10.87

V CONCLUSIONES

Se logró el objetivo de evaluar genotipos de tomate orgánico con buen rendimiento y aceptable calidad de fruto, se logro superar la meta de producir 200 ton/ha⁻¹.

En rendimiento se observa diferencia altamente significativa en sustrato, siendo el sustrato Arena + fertilización inorgánica con el genotipo Big beef alcanzando 295.1 ton/ha⁻¹, este mismo genotipo en el sustrato Fraccionado de vermicomposta+arena mostró un rendimiento de 235.38 ton/ha⁻¹ y en sustrato Arena 50%+ 50% de Vermicomposta con el mismo genotipo se obtuvieron 141.1 ton/ha⁻¹.

En la variable grados Brix ambos genotipos en el sustratos Fraccionado de Vermicomposta + arena dieron un resultado de 5.3, mientras que el sustrato Arena + fertilización inorgánica dio el valor mas bajo con 4.9, en diámetro polar y ecuatorial este mismo sustrato mostró los mejores resultados. En espesor de pulpa no se encuentra diferencia significativa entre genotipos, entre sustratos se encuentra diferencia significativa, siendo el sustrato Fraccionado de vermicomposta+arena el que muestra mejores resultados.

En este trajo se encontró que en producción orgánica el mejor genotipo fue Big beef en el sustrato Fraccionado de vermicomposta+arena ya que en producción supera al genotipo Red chief y el sustrato Fraccionado de vermicomposta+arena muestra mejores rendimientos con ambos genotipos que el sustrato Arena 50%+ 50% de Vermicomposta.

La vermicomposta puede considerarse un medio de crecimiento vegetal para producción orgánica de tomate bajo invernadero ya que reduce costos de producción en cuanto a manejo de fertilizantes aplicados al cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta B. B. 2003. Producción orgánica de hortalizas con vermicomposta bajo condiciones de invernadero en La Comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN-UL, Torreón, Coahuila, México. pp. 65-66
- Aguilar, C. P. 2003. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN-UL, Torreón, Coahuila, México. p. 46.
- Agrored. 2002. Al servicio de la agricultura. Agricultura organica; Perpectivas. Revista 29(3): 18-26. Mexico.
- Atiyeh, R. M., Subler, C. A. Edwards, G. Bachman, J. D. Metzger, and W. Shuster. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia* 44: pp. 579-590.
- Avalos G., L. De C. 2003. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en vermicomposta bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL, Torreón, Coahuila, México. p. 47
- Barreto M. I. 2002 Caracterización de producción de genotipos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) tipo proceso en la Comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coah. México. pp. 45-60.
- Bastida, T., A. 2001. El medio de cultivo de las Plantas (Sustratos para la Agricultura Moderna). UACH. pp. 15-73.
- Baudoin, W., M. Grafiadellis., R. Jiménez., G. Malfa., F. Martínez, G., A. Monteiro., A. Nisen., H. Verlodt., O. de Villele., Ch. Von, Z., C. Garnaud. 2002. Capitulo 6. Producción vegetal. El cultivo protegido en clima Mediterráneo. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/S8630S/s8630s08.htm. Ultima revision: 15 de Octubre del 2005.
- Barea, J. M. Azcon, A. C. 1991. Micorrizas and their significance in nodulating nitrogen-fixing plants. *Advances in Agronomy*. Vol. 36.
- Benítez, E., Nogales, R., Elvira, C., Masciandaro, G. and Ceccanti, B. 1999. Enzyme activities as indicador of the stabilization of sawage sludges composting with *Eisenia foetida* Biores. Technol. 67: pp. 279-303.
- Berenguer J., J. 2003. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. pp. 147-174. *En: J. Z. Castellanos. y J. J. Muñoz. (Eds.) Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero. Celaya, Guanajuato, México.*
- Bollo, E. 1999. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Ediciones Mundi-Prensa Barcelona, España. pp. 148-150.

- Block, D. 1998. Degrading PCBs through composting. *Biocycle*. pp. 45-48.
- Bravo-Veras, A. 1996. Técnicas y aplicaciones del cultivo de la lombriz Roja Californiana (*E. foetida*). Facultad de Humanidades. Universidad Yucambu. P. 6. *En*: <http://www.geocities.com/RainForest/Canopy/8317/eisenia.html>. Consultado el 10 de Octubre del 2005.
- Bulluck, L R; Brosius, M; Evanylo, G K; Ristaino, J B. 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology*. Pp. 147-160.
- Burgueño, C. H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero. Diapositivas 102-104. *En*: Memorias del primer simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de tomate. Papa y otras solanáceas. UAAAN, Buenavista, Saltillo. Coahuila. México.
- Cano, R. P., Moreno A. R., Márquez H. C., Rodríguez D. N y Martínez C. V 2004. Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la Comarca Lagunera, pp.105-118. *En*: Sánchez, R. E. J., A. Moreno R., J. L. Puente M. y J. Araiza Ch. (Eds) Memoria del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño Manejo y Producción. UAAAN-UL.
- Castellanos, J. Z. y Muños R. J. 2003. Manual de Producción Hortícola en Invernadero. INCAPA. pp. 148- 314.
- Castillo N. 2003. Estructuras y equipamientos de invernaderos. pp. 1-11 *En*: J. Z. Castellanos y J. J. Muñoz-Ramos (Eds) Memoria del Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. INIFAP. México
- Castillo, A. e., Quarín, S. H., iglesias, M. C. 2000. Caracterización química y física de compost de lombrices elaborado a partir de residuos orgánicos, puros y combinados. *Agric. Técnica (Chile)*. 60 (1): pp. 74-79.
- Chamarro, L. J. 1999. Anatomía y fisiología de la planta. pp. 43-87. *En*: F. Nuez (Ed.) El cultivo de tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Cobarrubiaz, A. D, 2004, Comportamiento de diferentes genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero. Tesis. Licenciatura. UAAAN UL. , Torreón, Coahuila, México. pp. 71-80.
- Cánovas, F. 1999. Manejo del cultivo sin suelo. pp. 229-235. *En*: F. Nuez (Ed.) El cultivo de tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Cook, R. 2003. Giannini Foundation of Agricultural Economics. U. C. Cooperative Extension Economist in the ARE departament at UC. Davis. <http://rics.ucdavis.edu/postharvest2/pubs/AREUpdateU5N31HH.pdf>
- Costa, C. A., Casali, VWD; Loures, EG; Cecon PR; Jordao CP. 1997. Teor de zinco, cobre e cadmio em cenoura em funcao de doses crescentes de composto de lixo urbano. *Horticultura Brasileira* 15 (1): pp. 10-14.

- Cuartero, J., Baguena, M. 1990. Híbridos de tomate para cultivo en Fresco. pp. 196-211. *En: El cultivo de tomate. Ediciones y promociones LAV, S.L.*
- Demirer, T., S. Şener and Ş. Kaleli . 2000. The effects of drip and surface irrigation methods on the yields and quality of tomatoes in different sized perlit culture. *Bildiri Özetleri. ISD Ana Sayfası. Türkiye Toprak Ilmi Dernegi. pp. 39-52.*
- Dixon, G. R; Walsh U. F. 1998. Suppression of plant pathogens by organic extracts a review. *Acta Horticulturae 469: pp 383-390.*
- Eastman B. R., Kane P. N., Edwards C. A., Trytek L., Gunadi. B., Sterme R. 2001. -The effectiveness of vermiculture in human pathogen reduction for USEPA biosolids stabilization. *Compost-Science-and-Utilization. pp. 38-49.*
- Esquinas, A. J. y F. V. Nuez 1999. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate, pp. 13-23. *En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.*
- Fernandez, L., 1998. Sustratos para la Agricultura, pp. 1-15. *En: www.humus.net/sus.htm. Ultima actualización 27 septiembre del 2005.*
- Fernández, Z. M., Ortega B. R., Parodi P., 2003. Evaluación agronómica de sustancias húmicas derivadas de humus de lombriz., Pontificia Universidad Católica e Ingeniería Forestal, Departamento de Ciencias Vegetales., Santiago, Chile. pp. 9-13.
- Ferrera-Cerrato, R., S. Santamaria R. y J. Velasco V. 1997. Vermicomposteo en la agricultura orgánica. Área de microbiología. C.P. Montecillo, Texcoco, México. pp. 20-32
- Ferruzi, C. 1987. Manual de Lombricultura. Editorial. Mundi-Prens. Madrid, España. p. 137.
- Gudynas, E. 2003. Producción orgánica en América Latina crecimiento sostenido con énfasis exportador. Centro Latino Americano Ecología Social (CLAES). Pp. 1-3.
- Guerrero, A. 1996. El suelo, lo abonos y la fertilidad de los cultivos. Ediciones Mundi-Prensa, Bilbao, España. p. 206.
- Gómez, T. L., M. A. Gómez c. y R. Rindermann S. 1999. Desafios de la agricultura orgánica en México. Comercialización y Certificación. Centro de investigaciones económicas, sociales y tecnológicas de la agroindustria y agricultura mundial. UACH. Editorial Mundi-Prensa. México. pp. 25-40.
- Haro, G. A., 2005. El tomate, 2005. *En: http://www.pulevasalud.com/subcategoria.jhtml?ID_CATEGORIA=3337&RUTA=1-2-45-86-3337&ABRIR_SECCION=2, Consultada el 15 de Octubre del 2005.*
- Hartz, T K; Mitchell, JP; Giannini, C. 2000 . Nitrogen and carbon mineralization dynamics of manures and compost. *Hort Science 35 (2): pp. 209-212.*

- Hernández, S. I. 2003 Evaluación de rendimiento y calidad de 18 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN U-L. Torreón, Coahuila, México. pp. 53.
- Hernández, C., L. A. 2004. Producción de cuatro híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bajo condiciones de invernadero en La Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN U-L. Torreón, Coahuila, México. pp. 72
- Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel (2vi) Tener. Hazare LTD. Brurin israel. pp. 11-66.
- Infoagro. 2005. El Cultivo de Tomate. www.infoagro.com, Consultada el, 15 de Octubre del 2005.
- Ingham, E. 1998. Replacing methyl bromide with compost. Biocycle 39 (12): pp. 80-82.
- Iskander, C. R. 2002. Manejo De Sustratos Para La Producción De Plantas Ornamentales En Maceta. pp. 4-9. Department of horticultural sciences Texas A&M University. Dallas. Texas. USA.
- Kessler, J., J. and Moolhuijzen, M. 1994. Low External Input Sustainable Agriculture: expectations and realities. Netherlands J. of Agricultural Science. 42(3): pp. 181-194.
- León, G., H. M. 2001. Manual para el cultivo de tomate en invernadero. Gobierno del Estado de Chihuahua. p. 53.
- León, G. M. H y Arozamena M. 1980. El cultivo del tomate para consumo en fresco en el valle de Culiacán, CIAPAN. CAECAV. México. pp. 11-12.
- López, E. J. I. 2003 Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coah. México. pp. 70-82
- Luévano, G., A. y Velásquez G. N. 2001. Ejemplo singular en los agronegocios estiércol vacuno: de problema ambiental a excelente recurso. *En: Revista Mexicana de Agronegocios, Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A. C., UAL, UAAAN UL. Torreón, México., pp. 306-320.*
- Martínez, C., V. 2005. Propiedades nutricionales y medicinales del tomate *En: www.botanical-online.com/medicinalspreparaciones.htm. Copyright ©1999-2005. Consultada el 16 de Octubre del 2005.*
- Moreno, R., A., 2005a. Manual del curso-taller "Abonos Orgánicos". UAAAN UL. Torreón, México., pp. 58-98.
- Moreno, R. A., P. Cano, R. y N. Rodríguez D. 2005b. La vermicomposta: un medio de crecimiento potencial para el desarrollo de las especies vegetales. pp. 99-103. *En: Martínez, R. J. J., S. Berumen, P., J. Martínez, T., A. Martínez, R. y M. Vázquez, N. (Eds) XVII Simposio "Semana Internacional de Agronomía", Universidad Juárez*

del Estado del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Durango, México.

- Moreno, R. A. y Cano, R. P., 2004. La vermicomposta y su potencial para el desarrollo de especies vegetales, pp. 130-139. *En*: Sánchez, R. E. J., A. Moreno R., J. L. Puente M. y J. Araiza Ch. (Eds) Memoria del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño Manejo y Producción. UAAAN-UL.
- Mustin M. 1987 . Le compost, Gestion de la matiere organique. Paris, Editions Francois DUBU S C. p. 954
- Nuez F. 1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, Barcelona, México. pp. 16-32.
- OECD Organisation for economic co-operation and development (OECD). 1995. Sustainable agriculture. París, Francia. p. 70.
- Osuna, G. A. 1983. Resultados de la investigación Tomates para uso industrial en el edo. de Morelos, 1980- 1982., SarH. INIA, CITAMC CAEZ. México.
- Peñaranda, C., G. 1998. Curso teórico-practico de lombricultura. Academia de Ciencias de Ucrania, Kiev. Ucrania. p. 35
- Pérez, M. D. 2001. Evaluación de micronutrientes aplicados en la solución nutritiva y foliarmente para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de hidroponía. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coahuila, México. p. 57.
- Pickering, J. S., Kendle A. D.m., Hadley P. 1998. The suitability of composted green waste as an organic mulch:effects on soil moisture retention and surface temperature. *Acta Horticulture* 469: pp. 319-324.
- Raspeño, N. y Cumiolo, M. 1996. Técnicas y aplicaciones del cultivo de lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) Lombricultura–Compost. pp. 7-13. *En*: Peñaranda, C. G. (Ed) Curso teórico practico de Lombricultura. Academia de Ciencia de Ucrania, Kiev. Ucrania.
- Resh, H. M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4° edición. Editorial Mundi-Prensa. España. p. 275.
- Rindermann, S. R., L. Gomez, T., M. A. Gomez, C. 2002. Crece demanda mundial de productos organicos. *Revista Agro tierra*. 36(3): 8-13.
- Ríos, J. A. 2003. Evaluación para rendimiento y calidad de fruto de los híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en La Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. México. p. 59

- Ruiz, F. J. F. 1999. La agricultura orgánica: ecología o mitología. Coordinación del patronato de investigadores de agricultura orgánica de la UACH. Edo. de México. pp. 4-9.
- Rynk, R. 1992. On-farm composting handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Cooperative Extension. New York . p.186
- Sabine, J. 1983. Earthworms as sources of food and drugs. Pp 283-296. *In*: "Earthworms Ecology" (J. E. Satchell, Editorial), Chapman and Hall, London, England.
- Sade, A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas: Nociones Generales. Rejovot. Israel. p. 143.
- SAGARPA. 2002. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Anuario estadístico de la producción agropecuaria en La Comarca Lagunera. Delegación Regional de la SAGARPA, Lerdo Dgo.
- Salazar S. E., Fortis H. M., Vázquez A. A., Vázquez V. C., 2004, Producción orgánica, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C., Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED. pp. 18-19.
- Salazar S. E., López M. J., Zúñiga T. R., Vázquez V. C., Fortiz H. M. y Vital s. J. 2005. Uso y aprovechamiento del estiércol como alternativa nutricional en invernadero. p. 12. *En*: Hernández, D. J., V. Robledo, T. y E. Bacópulos, T. (Eds). Memoria del 5° Simposio Nacional de Horticultura. Horticultura orgánica y urbana, UAAAN, Saltillo, Coahuila.
- Sánchez H. J. J 2003. Evaluación de Tomate Bajo Condiciones de Invernadero En Dosis de Vermicomposta en Primavera-Verano en La Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México. p. 58
- Sánchez, B. F. y Favela Ch. E. 2002. Manual. Propagación de Plantas. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. México. pp. 10-12.
- SAS. 1998. Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998). Edition Cary N.C: United States of America.
- Stamatiadis S., Werner M., Buchanan M. 1999. Field assessment of soil quality as affected by compost and fertilizer application in a broccoli field (San Benito County, California) Applied Soil Ecology. pp. 217-225.
- Stevens, M. A., Rick, C. M. 1986. Genetics and breeding. *En*: Atherton, J. G. And Rudich, J. Ediciones The tomato crop. Chapman and Hall, London, New York. p. 35.
- USDA, 1975. Organic food standards and labels: The facts. Disponible en <http://www.ams.usda.gov/nop/Consumers/brochure.html>, Consultado 10-09-2005.
- Valadez, L. A. 1990. Producción de hortalizas. Ed. Limusa, México D. F. pp. 198-222.
- Velasco, V., J., R. 1999. Evolución de alternativas para el tratamiento y reutilización de

desechos sólidos orgánicos domésticos en Selestún, Yucatán. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico de Mérida. Mérida, Yucatán. México. Pp. 79.

Vilchis, B., C. A. 1995. Practicas para la cría de lombrices y la producción de abonos. Sistema agroforestales. Editada por Unión Zapoteca-Chinanteca (UZACHI); Estudios Rurales y Asesoría (ERA). México.

Zarate, L., T. 2002. Respuesta Fisiológica del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) en cuatro substratos de vermicomposta en diferentes niveles. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila, México. p. 63

VIII APENDICE

Cuadro A. 1 Análisis de varianza para la variable altura en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Sustrato	2	19843.6	9906.8	7.35	0.0054	**
Genotipo	1	3053	3053	2.26	0.1518	NS
Sustrato*Genotipo	2	669	334.5	0.25	0.7832	NS
Error	16	21568.3	1348			
Total	21	43492.4				
CV	13.48					

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

Cuadro A. 2 Análisis de varianza para la variable numero de nudos en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Sustrato	2	289.9	144.95	6.41	0.0032	**
Genotipo	1	135	135	5.97	0.0179	*
Sustrato*Genotipo	2	48.1	24	1.06	0.3525	NS
Error	54	1221.6	22.6			
Total	59	1694				
CV	12.75					

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

Cuadro A. 3 Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	Diámetro Basal	Diámetro medio
Sustrato	2	0.21**	0.38**
Genotipo	1	0.23**	0.52**
SustratoXGenotipo	2	0.05NS	0.04NS
Error	86	0.021	
CV		14.2	13.06

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

Cuadro A. 4 Análisis de varianza para la variable floración en el cultivo de tomate, en

sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Sustrato	2	287	143.5	2.51	0.0882 NS
Genotipo	1	2303.2	2303.3	40.28	0.0001**
SustratoXGenotipo	2	1166.4	583.2	10.2	0.0001**
Error	74	4231.3			
Total	49	8483.5			
CV	10.6				

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

Cuadro A. 5 Inicio de cosecha en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Sustrato	2	127.7	63.85	0.81	0.4467 NS
Genotipo	1	450.98	450.98	5.74	0.0185*
SustratoXGenotipo	2	333.58	166.79	2.12	0.1252NS
Error	99	7781.33	78.59		
Total	104				
CV	5.63				

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

Cuadro A. 6 Calidad de fruto en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	Peso de fruto	Diámetro polar	Diámetro Ecuatorial
Sustrato	2	17088**	2.26*	2.51**
Genotipo	1	40995.45**	0.00NS	17.46**
SustratoXgenotipo	2	5275.42*	0.74NS	0.46NS
Error	205	1309.36	0.46	0.46
CV		19.51	8.79	8.79

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

Cuadro A. 7 Calidad de fruto en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo

invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	Grado Brix	Espesor de Pulpa	Numero de Lóculos
Sustrato	2	3.79**	0.03*	0.47NS
Genotipo	1	0.00NS	0.02NS	19.69**
SustratoXgenotipo	2	0.41NS	0.00NS	3.12**
Error	205	0.21	0	0.51
CV		9.11	13.02	13.43

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

Cuadro A. 8 Rendimiento total en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Sustrato	2	884208.4	442104.2	74.13	0.0001	**
Genotipo	1	10374	10374	1.74	0.1885	NS
SustratoXGenotipo	2	15600.5	7800.3	1.31	0.2724	NS
Error	227	1353804.4	5963.9			
Total	232	2261105.3				
CV	36.26					

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

Cuadro A. 9 Rendimiento chico en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Sustrato	2	119.8	59.9	3.79	0.0249	*
Genotipo	1	123.3	123.3	7.81	0.006	**
Sustrato*Genotipo	2	29.8	14.9	0.91	0.3921	NS
Error	135	2132.3	15.8			
Total	140	2451.8				
CV	70.2					

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

Cuadro A. 10 Rendimiento mediano en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo

invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Sustrato	2	209361051	104680526	27.42	0.0001**
Genotipo	1	6200313	6200312.9	1.62	0.2052NS
SustratoXGenotipo	2	14325817	7162908.3	1.88	0.158NS
Error	113	431474804	3818361.1		
Total	118	661814187			
CV	40.6				

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

Cuadro A. 11 Rendimiento grande en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Sustrato	2	1036165.2	518082.6	407.48	0.0001 **
Genotipo	1	1236.5	123614.5	25.65	0.0001 **
SustratoXGenotipo	2	4947.7	2473.8	0.51	0.5993 NS
Error	221	1065253.5	4820.2		
Total	226	2236992.4			
CV	46.32				

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

Cuadro A. 12 Rendimiento con daño fisiológico en el cultivo de tomate, en sustratos diferentes bajo invernadero, durante el periodo octubre – junio (2004 – 2005) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Sustrato	2	96.53	48.26	0.78	0.4608 NS
Genotipo	1	96.69	96.69	1.57	0.2145 NS
Sustrato*Genotipo	2	35.41	17.70	0.29	0.7511 NS
Error	70	4313.08	61.61		
Total	75	4554.18			
CV	72.17				

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