

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN DE DIFERENTES SISTEMAS
DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA CON TRES
HÍBRIDOS DE TOMATE BOLA.**

**Por
RENÉ HERRERA GONZÁLEZ**

TESIS

**Presentada como requisito parcial
para obtener el Título de**

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2007

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES SISTEMAS
DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA CON TRES
HÍBRIDOS DE TOMATE BOLA.**

Por

RENÉ HERRERA GONZÁLEZ

TESIS

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

**INGENIERO AGRÓNOMO
APROBADA POR:**

**Asesor
principal:**

DR. PEDRO CANO RÍOS

Asesor:

DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES

Asesor:

M. C. YASMIN I. CHEW MADINAVEITIA

Asesor:

ING. HERIBERTO QUIRARTE RAMIREZ

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

Torreón, Coahuila, México

Diciembre del 2007

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. RENÉ HERRERA GONZÁLEZ QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN
DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ EXAMINADOR:

PRESIDENTE

DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL

DR. ALEJANDRO MORENO RESENDEZ

VOCAL

ING. HERIBERTO QUIRARTE RAMIREZ

VOCAL SUPLENTE

DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES

MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2007

AGRADECIMIENTOS

Por darme la oportunidad de vivir y tener salud, gracias Chuchito, gracias Lupita
Por que a pesar de todo siempre han estado ahí, conmigo, gracias Papá, gracias Mamá, hermanas mías.

Por darme la oportunidad de prepararme en tus aulas y más aya de ellas, a mi Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por darme la oportunidad de ser un BUITRE.

Por compartir sus conocimientos, sus múltiples conocimientos y amplia cultura, gracias Dr. Pedro Cano Ríos.

Por su invaluable amistad y consejos, Dr. Alejandro Moreno Resendez.

Por ser como es, personas como usted llenan de confianza a gente que un día llegamos de lejos con un sueño por cumplir, Dr. Emiliano Del Río.

Por su valiosa ayuda y enseñanza, al maestro Gerardo Palacios

Por su apoyo, enseñanza y paciencia en el campo, en donde se ven las necesidades de los campesinos, a ustedes, Ingenieros José y Fausto Aguilar, Ing. Cristóbal, al Paulinillo.

Por permitir la realización de este trabajo en sus instalaciones, al CELALA-INIFAP

Por darle sentido a la vida teórica de la Universidad, y agregarle un mucho de realidad, al Ing. Heriberto Quirarte

En verdad y de todo corazón muchas gracias por estar ahí, ahí cuando toda una familia los necesitó, a ustedes, tío Javier Aguirre, Sr. Erasto Borja, Padrino Arturo Ramírez, Sr. Efraín García,



¡¡Al pueblo de México, por sostener universidades públicas!!

DEDICATORIA

A ti Chuchito, a ti Lupita, Santa Maria Magdalena que aunque no he sido un buen hijo siempre han estado conmigo, han guiado mi camino, y sobre todo me protegieron con la mejor familia.

A ti mamá, Benita González, y a ti papá, Andrés Herrera, quienes me dieron la vida y quienes han sido para mi todo un ejemplo de vida, de lucha, a quienes les debo lo que soy, GRACIAS, LOS AMO.

A mi Lucia, Mariela, Yanelli, hermanas mías, y quienes me dieron su apoyo y cariño, como pagarles, a ti Amelia, Pepe y Magda que se han convertido en una luz y motivos más para ser mejor cada día, se que no se suficiente pero GRACIAS

Como entender lo que hoy soy sin reconocerlos, a ti abue Maria, y a mi angel, a ti abuelito Senen (†), a ustedes abues Juana y Roberto.

Muy en especial a grandes ejemplos para mi y amigos antes que nada, a mis tios Maximino y Ernestina, a ustedes padrinos Arturo y Nieves.

Claro que a mis amigos, con quienes he sembrado un sin fin de sueños, un sin fin de esperanzas: Eric, siempre para adelante. Dolores, Cosme, Gerardo, Oswaldo, Jacqueline en especial a ti Daniela, si se vale soñar. Araceli, Ricardo, Maximino, Saúl, Fabián, Efraín, Agustín, Freddy, Esgardo, Arriana, May, Jorge, Maru, Ingenieros todos ellos, que la cosecha sea prospera y en abundancia. Por que este país los necesita.

A ti que me llenas de confianza Primo Eder, y Amigo Alberto

Dios nos junto en el camino por un momento y nos separo, pero fue suficiente para valorarte y apreciarte, a ti Edgar de Jesús Terrazas Rivas (†), a ti amigo.



INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIAS

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Hipótesis	3
1.3. Metas.....	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades del Tomate.....	4
2.1.1. Origen del tomate.....	4
2.1.2. Clasificación taxonómica y morfológica.....	4
2.2. Propiedades Nutricionales.....	7
2.3. Condiciones Edafoclimáticas Para el Cultivo de Tomate.....	8
2.4. Elección del Genotipo.....	9
2.5. Labores Culturales.....	10
2.5.1. Aporcado y rehundido.....	10
2.5.2. Tutorado.....	10
2.5.3. Poda de formación.....	11
2.5.4. Poda de brotes axilares o destellado.....	11
2.5.5. Poda de hojas o deshojado.....	12
2.5.6. Poda de brote apical.....	12
2.5.7. Despunte de inflorescencia y aclareo de frutos.....	12
2.5.8. Polinización.....	13
2.6. Sustratos.....	13
2.7. Densidad de Plantación y Arreglos Topológicos.....	15
2.8. Riego.....	15
2.9. Fertirriego.....	16
2.10. Elementos nutritivos.....	17
2.11. Producción de Plántula y Transplante.....	20
2.12. Principales Plagas y Enfermedades.....	22
2.12.1. Principales plagas.....	22

2.12.2. Principales enfermedades.....	28
2.13. Invernaderos.....	33
2.13.1. Definición de invernadero.....	33
2.13.2. Ventajas y desventajas del uso de invernaderos.....	35
2.13.3 Características de los invernaderos.....	36
2.14. Cultivos Bajo Invernadero en México.....	38
2.15. Producción de Tomate.....	40
2.15.1. Producción mundial.....	40
2.15.2. Producción nacional.....	41
2.16. Consumo Percápita de Tomate.....	43
2.17. El precio del tomate mexicano.....	44
2.18. La Agricultura Orgánica.....	45
2.18.1. Definición de agricultura orgánica.....	46
2.18.2. Principios de la agricultura orgánica.....	47
2.18.3. Abonos orgánicos.....	48
2.19. La Producción Orgánica.....	51
2.19.1. Agricultura orgánica en el mundo.....	51
2.19.2. agricultura orgánica en México.....	53
2.20. Mercado de los Productos Orgánicos.....	55
2.20.1. Precios de los productos orgánicos.....	55
2.20.2. Canales de comercialización en el mundo.....	56
2.20.3. Canales de comercialización en México.....	57
2.21. Normatividad de Productos Orgánicos.....	58
2.22. Antecedentes de Producción de Tomate Orgánico Bajo Invernadero.....	58
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	61
3.1. Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera.....	61
3.2. Localización del experimento.....	61
3.3. Tipo y condiciones del invernadero.....	61
3.4. Genotipos.....	62
3.5. Sustrato.....	63
3.6. Diseño experimental.....	64
3.7. Fertilización.....	65

3.7.1. Té de composta.....	65
3.7.2. Fertilización orgánica.....	66
3.7.3. Fertilización inorgánica.....	67
3.8. Riego y drenaje.....	67
3.9. Control de plagas y enfermedades.....	68
3.10. Manejo del cultivo.....	69
3.10.1. Siembra y transplante.....	69
3.10.2. Entutorado.....	70
3.10.3. Podas.....	70
3.10.4. Bajado de plantas.....	71
3.10.5. Polinización.....	71
3.10.6. Fertilización.....	71
3.10.7. Cosecha.....	72
3.11. Variables evaluadas.....	72
3.12. Análisis Estadístico.....	72
IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	74
4.1. Rendimiento.....	74
4.2. Altura de planta.....	77
4.3. Número de nudos.....	78
4.4. Floración.....	79
4.4.1. Inicio de floración.....	79
4.4.2. Fin de floración.....	80
4.5. Calidad.....	81
4.5.1. Peso de fruto.....	81
4.5.2. Diámetro polar.....	81
4.5.3. Diámetro ecuatorial.....	82
4.5.4. Sólidos solubles.....	83
4.5.5. Espesor de pulpa.....	84
4.5.6. Número de lóculos.....	84
4.5.7. Forma de fruto.....	85
4.5.8. Hombros.....	86
4.5.9. Coloración de frutos.....	86

V CONCLUSIONES..... 87
VI. RESUMEN..... 88
VI LITERATURA CITADA..... 89

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	
Cuadro 1	Sustratos para el cultivo de tomate disponibles en México. CELALA-INIFAP. 2007.....	14
Cuadro 2	Principales plagas del tomate en invernadero. CELALA-INIFAP. 2007.....	27
Cuadro 3	Principales enfermedades del tomate en invernadero. CELALA-INIFAP. 2007.....	32
Cuadro 4	Cultivos bajo invernadero en México. CELALA-INIFAP. 2007.....	39
Cuadro 5	Disponibilidad de tomate en el mercado mundial a lo largo del año. CELALA-INIFAP. 2007.....	41
Cuadro 6	Épocas de producción por regiones en el país CELALA-INIFAP. 2007.....	42
Cuadro 7	Superficie y producción de la agricultura orgánica por producto en México CELALA-INIFAP. 2007.....	54
Cuadro 8	Principales canales de comercialización de productos orgánicos en diferentes países CELALA-INIFAP. 2007.....	56
Cuadro 9	Características de los genotipos evaluados CELALA-INIFAP. 2007...	63
Cuadro 10	Tratamientos a evaluar CELALA-INIFAP. 2007.....	64
Cuadro 11	Fertilización orgánica aplicada en las diferentes etapas CELALA-INIFAP. 2007.....	66
Cuadro 12	Fertilización inorgánica en las diferentes etapas CELALA-INIFAP. 2007.....	67
Cuadro 13	Productos utilizados para el control de plagas y enfermedades CELALA-INIFAP. 2007.....	69
Cuadro 14	Resultados para la variable rendimiento de los ocho tratamientos de tomate bola orgánico en invernadero CELALA-INIFAP. 2007.....	76
Cuadro 15	Comparación de medias para la variable rendimiento (ton/ha) de tomate aplicado a los diferentes tratamientos de fertilización, genotipos e interacciones CELALA-INIFAP. 2007.....	76
Cuadro 16	Ecuaciones de regresión para la variable altura de planta de tomate	

	bola en sistemas orgánicos CELALA-INIFAP. 2007.....	78
Cuadro 17	Ecuaciones de regresión para la variables número de nudos de tomate bola bajo sistemas de producción orgánicos CELALA-INIFAP. 2007.....	79
Cuadro 18	Ecuaciones de regresión para la variable inicio de floración de cada racimo de tomate bola en producción orgánica CELALA-INIFAP. 2007.....	80
Cuadro 19	Ecuaciones de regresión para la variable fin de floración de cada racimo CELALA-INIFAP. 2007.....	80
Cuadro 20	Comparación de medias entre los diferentes tipos de fertilizaciones para las variables Peso de fruto, Diámetro polar, Diámetro ecuatorial, Sólidos solubles, Espesor de pulpa y Número de lóculos por las diferentes fertilizaciones aplicadas CELALA-INIFAP. 2007.....	82
Cuadro 21	Comparación de medias entre los diferentes genotipos para las variables Peso de fruto, Diámetro polar, Diámetro ecuatorial, Sólidos solubles, Espesor de pulpa y Número de lóculos para los diferentes genotipos utilizados CELALA-INIFAP. 2007.....	83
Cuadro 22	Comparación de medias de rendimiento, Peso de fruto, Forma de fruto y Diámetro polar para las interacciones fertilizaciones por genotipos CELALA-INIFAP. 2007.....	84
Cuadro 23	Comparación de medias de Diámetro ecuatorial, Sólidos solubles, Espesor de pulpa y Número de lóculos para las interacciones fertilizaciones por genotipos CELALA-INIFAP. 2007.....	85
Cuadro 24	Variables de calidad del fruto: color externo e interno, forma y hombros de fruto CELALA-INIFAP. 2007.....	86

INDICE DE APENDICE

Descripción

Cuadro A-1	Análisis de varianza para la variable rendimiento con arreglo combinatorio bifactorial, para determinar la significancia entre tipos de fertilizaciones (A), genotipos (B) y la interacción entre ambos (A x B) CELALA-INIFAP. 2007.....	97
Cuadro A-2	Análisis de varianza para la variable Peso de Fruto entre diferentes fertilizaciones, entre genotipos y su interacción en tomate, evaluados bajo condiciones orgánicas de invernadero CELALA-INIFAP. 2007.....	97
Cuadro A-3	Análisis de varianza para la variable Diámetro Polar entre diferentes fertilizaciones, entre genotipos y su interacción en tomate, evaluados bajo condiciones orgánicas de invernadero CELALA-INIFAP. 2007.....	97
Cuadro A-4	Análisis de varianza para la variable Diámetro Ecuatorial entre diferentes fertilizaciones, entre genotipos y su interacción en tomate, evaluados bajo condiciones orgánicas de invernadero CELALA-INIFAP. 2007.....	97
Cuadro A-5	Análisis de varianza para la variable Sólidos Solubles entre diferentes fertilizaciones, entre genotipos y su interacción en tomate, evaluados bajo condiciones orgánicas de invernadero CELALA-INIFAP. 2007.....	97
Cuadro A-6	Resultados de los análisis practicados a la Composta, Té de composta y Agua utilizados. CELALA-INIFAP. 2007.....	98
Cuadro A-7	Análisis de varianza para la variable Número de Lóculos entre diferentes fertilizaciones, entre genotipos y su interacción en tomate, evaluados bajo condiciones orgánicas de invernadero CELALA-INIFAP. 2007.....	99
Cuadro A-8	Clasificación de tomate bola de acuerdo al tamaño CELALA-INIFAP. 2007.....	99
Cuadro A-9	Aportación nutrimental de cada sistema de fertilización (unidades	

	de cada elemento) para los tres principales elementos (N, P, K) por hectárea de producción. CELALA-INIFAP. 2007.....	99
Cuadro A-10	Necesidades de cada ingrediente para la solución nutritiva de cada tipo de fertilización para producir una hectárea. CELALA-INIFAP. 2007.....	99
Cuadro A-11	Costos estimados de la fertilización orgánica para producir una hectárea de tomate bola con un rendimiento promedio de 185.42 ton ha ⁻¹ . CELALA-INIFAP. 2007.....	100
Cuadro A-12	Costos estimados para la fertilización de una hectárea con Té de composta con un rendimiento promedio de 114.27 ton ha ⁻¹ . CELALA-INIFAP. 2007.....	100
Cuadro A-13	Relación Costo-Beneficio de los sistemas de fertilización orgánicos. CELALA-INIFAP. 2007.....	100
Figura A-1	Características del invernadero CELALA-INIFAP. 2007.....	101
Figura A-2	Preparación del Té de composta CELALA-INIFAP. 2007.....	101
Figura A-3	Formas posibles de fruto de tomate. CELALA-INIFAP. 2007.....	101
Figura A-4	Grados de madurez del fruto de tomate CELALA-INIFAP. 2007.....	102
Figura A-5	Gráficos y línea de tendencia central para las variables de número de nudos y altura de planta de los tratamientos que presentaron mejores resultados según sus respectivas ecuaciones de regresión. CELALA-INIFAP. 2007.....	102

I. INTRODUCCION

Una de las realidades que enfrenta la actual sociedad es el incremento de la población tanto a nivel mundial como local, lo anterior, demanda directamente una mayor cantidad de alimentos, textiles, combustibles, etc, en cuanto al sector agrícola, una mayor producción de alimentos pero, incluso, en cada vez menos extensión de terreno, para ello se han creado y modificado técnicas, haciendo énfasis en el incremento de uso de agroquímicos y maquinaria de mayor potencia, ahora el reto es mayor, pues no solo es producir con grandes rendimientos, sino productos libres de agentes dañinos para el ser humano y el ambiente, e incluso, proteger el equilibrio natural, por lo tanto desde la década de 1990 se ha realizado un incremento en la producción de productos orgánicos como una alternativa viable.

En relación a ello, Buso (2000) afirma que la producción agrícola de México se encuentra estancada desde hace varios años sin aumentar su cantidad ni calidad, prácticamente toda la superficie agrícola cultivable (10% del territorio nacional) se esta usando. En el mismo tenor, Ibar (1987) señala que en los países desarrollados e industrializados, al aumentar constantemente el nivel de vida, aumenta también el consumo de alimentos técnicamente elaborados, esta tendencia, ha dado lugar a que se abandonaran ciertos métodos clásicos, se implantaran otros nuevos y debido al gran consumo de productos orgánicos, se abrieron otros nuevos mercados.

Bastida (2006) menciona que el tomate es la principal hortaliza de exportación en México. Su participación en la balanza agropecuaria es fundamental en la generación de divisas, ocupando el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias, siendo incluso llamado el oro rojo de este país, encontrándose a México dentro de los primeros

diez productores mundiales de tomate en fresco (INIFAP, 2003). Eyea *et al.* (1999) citado por Chávez (2004) reporta que la producción potencial de este cultivo bajo condiciones de invernadero rebasan las 400 ton.ha⁻¹.año⁻¹.

Como ya se mencionó tenemos hoy la necesidad de producir en cada vez menos extensión de tierra, aun considerando otros factores como la escasez de agua, suelos erosionados, producir alimentos sanos, etc. lo que nos obliga a utilizar alternativas tecnológicas de mayor repunte en cultivos altamente redituables, como es la producción de tomate en invernadero (Alvarado, 2006).

Gómez *et al.* (1999) reportan que a nivel mundial el consumo de productos orgánicos no supera el 2 % del total mundial y tiene un valor de alrededor de 11,000 millones de dólares por año a nivel mundial. Otro factor a considerar es la seguridad que se tiene de consumir alimentos libres de productos químicos residuales, siendo para ello una opción viable la agricultura orgánica, pues Gómez y Castañeda (2000) indican que más de 40,000 personas han muerto envenenados por el uso de agroquímicos o venenos; así también 220,000 personas por el uso de pesticidas y también mencionan que el DDT esta prohibido en Europa y Estados Unidos; sin embargo se vende en todos los países subdesarrollados del mundo. Gómez *et al.* (2006) citan que la agricultura orgánica contrario a lo anterior se enfoca en sostener y realzar la salud de los individuos, además, de que debe ser basada en sistemas y ciclos ecológicos vivos. También presenta la particularidad que la producción de productos orgánicos aún no satisface la demanda, particularmente en los mercados más importantes: Europa, Estados Unidos y Japón (Nova 2005). En la actualidad encontramos algunas alternativas que nos pueden ayudar a satisfacer las necesidades de producción y salud a los problemas ya mencionados, como lo es la agricultura orgánica.

1.1. Objetivos

Evaluar diferentes sistemas de fertilización orgánica, con la finalidad de determinar diferencias en rendimiento entre ellos.

Determinar el híbrido y tratamiento que mejores rendimientos produzcan.

1.2. Hipótesis

Se encontrarán diferencias significativas en cuanto a rendimiento entre los diferentes sistemas de fertilización orgánica puestas en práctica.

Los híbridos estudiados presentarán diferencias en rendimiento entre los diferentes sistemas de fertilización y entre cultivares del mismo tratamiento.

1.3. Metas

Obtener información confiable acerca de los tres híbridos estudiados bajo los diferentes sistemas de producción, con la finalidad de generar recomendaciones de acuerdo a las posibilidades económicas de productores, y la finalidad del producto, es decir, ya sea bajo un sistema convencional y/u orgánico.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades del Tomate

2.1.1. Origen del tomate

El centro de origen del género *Lycopersicon* es la región andina que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. También en esta zona *L. esculentum* muestra su mayor variación. Algunos puntos importantes acerca de su origen son los siguientes: El tomate tuvo su origen en el Nuevo Mundo. No era conocido en Europa ni en el resto del Viejo Mundo antes del descubrimiento de América; el tomate había alcanzando una fase avanzada de domesticación antes de la llegada a Europa y Asia. Había ya una variedad de tipos caracterizados por la forma, tamaño y color de los frutos (Namesny, 2004).

Además hay motivos para creer que el origen de la domesticación de los tomates se realizó en México, pues, a la llegada de los españoles a América el tomate estaba integrado en la cultura Azteca o en la de otros pueblos del área mesoamericana: el nombre moderno del tomate tiene su origen en el de tomatl, en lengua Náhuatl de México (Namesny, 2004).

2.1.2. Clasificación taxonómica y morfología

De acuerdo a Pérez (2001) la clasificación taxonómica del tomate es la siguiente:

Nombre común:	Tomate o Jitomate	Familia:	Solanácea
Reino:	Vegetal	Subfamilia:	Solanoideae
División:	Espermatofita	Tribu:	Solaneae
Subdivisión:	Angiosperma	Género:	<i>Lycopersicon</i>
Clase:	Dicotiledóneas	Especie:	<i>esculentum</i> , Mill
Orden:	Solanaceae (Personatae)		

Raíz

La función de la raíz es la absorción y transporte de nutrientes, así como el anclaje de la planta al suelo. El sistema radical está constituido por una raíz principal, raíces secundarias y raíces adventicias. Internamente tiene bien diferenciadas tres zonas: la epidermis, el córtex y el cilindro central o vascular (Namesny, 2004).

La epidermis está especializada en la absorción de agua y nutrientes y generalmente tiene pelos absorbentes, que son extensiones tubulares de células epidérmicas. Debajo de la epidermis se encuentra el córtex, que es un anillo de tres o cuatro células de espesor. La capa cortical más interna constituye la endodermis, que establece el límite entre la corteza o córtex y el cilindro central o vascular (Namesny, 2004).

La raíz puede extenderse superficialmente sobre un diámetro de 1.5 m y alcanzar más de 0.5 m de profundidad. Generalmente el 70% de las raíces se localizan a menos de 20 cm de la superficie. Todas las raíces absorben agua, mientras los minerales se absorben por las raíces más próximas a la superficie (Nuez, 1995).

Tallo

El diámetro típico del tallo puede variar de 2 a 4 cm en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Debajo de la epidermis se encuentra el córtex, cuyas células externas presentan clorofila y son fotosintéticas, mientras que las internas son de tipo colenquimático que dan soporte al tallo (Namesny, 2004).

En el extremo del tallo principal se encuentra el meristemo apical, una región de división celular activa donde se inicia los nuevos primordios foliares y florales. Tienen forma de cúpula y está protegido por las hojas recién formadas (Nuez, 1995).

Hoja

Las hojas del tomate son pinnado compuestas. Una hoja típica de las plantas cultivadas tiene unos 0.5 m de largo, y algo menos de anchura, con un gran foliolo terminal y hasta ocho grandes foliolos laterales, que pueden, a su vez, ser compuestos. Los foliolos son usualmente peciolados y lobulados irregularmente con bordes dentados. Las hojas están recubiertas de pelos del mismo tipo que los del tallo (Nuez, 1995).

Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos (Nuez, 1995).

Flor

La flor del tomate es perfecta, regular e hipógina y consta de cinco o más sépalos, de cinco o más pétalos dispuestos en forma helicoidal a intervalos de 135° , de un número igual de estambres que se alternan con los pétalos y de un ovario bi o plurilocular. Las flores, en número viable, se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (Nuez, 1995).

Frecuentemente el eje principal se ramifica por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta. La flor está unida al eje principal por un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, la cual se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco producido por una reducción del córtex (Nuez, 1995).

Fruto

Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo,

como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Nuez, 1995).

Semilla

La semilla del tomate tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm y está constituida por un embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión, cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, está constituido a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta seminal está constituida por un tejido duro e impermeable, recubierto de pelos, que envuelve y protege el embrión y el endospermo (Nuez, 1995).

2.2. Propiedades nutricionales

El perfil nutricional del tomate se basa en una combinación equilibrada de antioxidantes (vitamina C, carotenoides y flavonoides), minerales (altos niveles de potasio y zinc), un alto contenido de ácido fólico y un bajo nivel de grasa. Sin embargo, la cualidad más importante es el poder antioxidante, ya que posee licopeno, que junto con las vitaminas y los minerales, reduce el riesgo de contraer cáncer. Es poco energético (un tomate mediano aporta unas 11 calorías), un 94% de su peso es agua y un 4% hidratos de carbono, es diurético, recomendado para dietas de adelgazamiento y control de peso. Comparados con otros vegetales, los frutos de tomate son los menos perecederos y más resistentes a daños de transporte. Se utiliza tanto a través de su consumo en fresco, industrializado, zumos concentrados y salsas, entre otros (Buso, 2000)

2.3. Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de tomate

El manejo de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados. Los factores que se deben considerar son los siguientes:

Temperatura

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30 °C durante el día y entre 1 y 17 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35 °C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10 °C así como superiores a los 30 °C originan tonalidades amarillentas (Torres, 2002).

Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre 60 y 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Torres, 2002).

Luminosidad

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los

momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad (Torres, 2002).

Fertilización carbónica

La aportación de CO₂ permite compensar el consumo de las plantas y garantiza el mantenimiento de una concentración superior a la media en la atmósfera del invernadero; así la fotosíntesis se estimula y se acelera el crecimiento de las plantas. Del enriquecimiento en CO₂ del invernadero depende la calidad, la productividad y la precocidad de los cultivos. Hay que tener presente que un exceso de CO₂ produce daños debidos al cierre de los estomas, que cesan la fotosíntesis y pueden originar quemaduras (Torres, 2002).

2.4. Elección del genotipo

La elección de la variedad de jitomate para invernadero debe hacerse con mucho cuidado debido a que existen en el mercado cientos de variedades disponibles, pero no todas son apropiadas para la producción intensiva en invernadero (Pérez y Castro, 1999). La situación actual para el jitomate de consumo en fresco y, en general, de muchas hortalizas es de una fuerte competencia entre las distintas casas productoras de híbridos, lo que trae como consecuencia una constante aparición de nuevos cultivares, que tienen normalmente, una corta vida en el mercado y son desplazados con rapidez por otros posteriores. En una situación de tal competitividad, las exigencias para un producto como el jitomate para consumo en fresco resultan muy grandes tanto en lo que se refiere a productividad, como en características de calidad de frutos y resistencia a enfermedades (Nuez, 2001).

Características deseables que debe tener el cultivar según Bautista y Alvarado (2006): a) Porte abierto de la planta; b) alta productividad; c) precocidad; d) calidad externa del fruto: forma, color y homogeneidad; e) calidad interna: cualidades gustativas, dulzura y jugosidad; f) adaptación al sistema y ciclo de cultivo; g) adaptación a condiciones ambientales de estrés; h) resistencia a enfermedades.

En cuanto a la elección de la variedad para producción orgánica Brandt *et al.* (2006) mencionan que ésta selección es muy importante para el sabor, apariencia y longevidad en el punto de venta (“shelf life” “vida de anaquel”). Pero, variedades con muy buen sabor, apariencia y gran longevidad muchas veces no dan grandes ingresos.

2.5. Labores Culturales

2.5.1. Aporcado y rehundido

Práctica que se realiza tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas (Infoagro, 2002).

2.5.2. Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Nuez, 2001).

La sujeción de las plantas suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (guiado, anudado o sujeto mediante anillas) y del otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1.8-2.4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va guiando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones: a) bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un costo adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado "holandés" o "de perchas", que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción; b) dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad o c) dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado (Nuez, 2001).

2.5.3. Poda de formación

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos (Gil y Miranda, 2000).

2.5.4. Poda de brotes axilares o destallado

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa

y la realización de heridas. Los cortes deben de ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre (Gil y Miranda, 2000).

2.5.5. Poda de hojas o deshojado

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo. Bautista y Alvarado (2006) mencionan que de no hacer esta práctica, se genera un micro ambiente de alta humedad en la parte inferior, que por un lado, es propicio para el desarrollo del tizón tardío y *botritis* y, por otra parte, disminuye la penetración de luz, lo cual retarda la maduración de los frutos.

2.5.6. Poda de brote apical

Los materiales de crecimiento indeterminado tienen una yema vegetativa en la parte apical del tallo principal que permite el crecimiento continuo de la planta, por lo que el sistema de tutores no permite la conducción de la planta a más de diez racimos. Por tanto es necesario eliminar la yema apical y dejar dos o tres hojas arriba del último racimo floral (Bautista y Alvarado, 2006).

2.5.7. Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en ramillete, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. Consiste en eliminar las flores y/o frutos de acuerdo al número de frutos por racimo previamente determinado, de lo cual lo más usual es dejar cinco frutos por racimo para indeterminados tipo bola, pues Muñoz

(2003) afirma que al aclarar frutos se sacrifica rendimiento pero se gana calidad, siendo muy redituable.

2.5.8. Polinización

En las variedades comerciales de jitomate a cielo abierto, las plantas se autopolinizan y no necesitan de polinizadores. La polinización ocurre con temperatura nocturna entre 13 y 24 °C y cuando la temperatura del día es de 15.5 a 32 °C temperaturas más altas o más bajas, particularmente en la noche, provocan que las flores caigan sin tener fruto. En condiciones de invernadero la polinización se puede llevar a cabo con vibrador de mano; esto se hace varias veces, durante varios días para asegurar la polinización, de otra manera también se puede realizar con un bat y moviendo las rafias con las que se guían. La polinización biológica ha tomado relevancia, y consiste en liberar polinizadores desde la cuarta semana después del transplante. La especie comercial que se utiliza son abejorros (*Bombus terrestris*), a una densidad de población de cuatro colonias por hectárea (Gil y Miranda, 2000).

2.6. Sustratos

Miranda (2006) menciona que los sustratos en el cultivo moderno de plantas se pueden clasificar de varias maneras (Cuadro 1). Aquí se presentan dos formas, la primera considera el origen de los materiales; 1) sustratos naturales; orgánicos e inorgánicos (cuadro 2.1.) y 2) sustratos artificiales, industriales o de síntesis. La segunda considera el aporte de elementos nutritivos a los cultivos; 1) sustratos activos y 2) sustratos inactivos o inertes.

Cuadro 1 Sustratos para el cultivo de tomate disponibles en México. CELALA-INIFAP.2007.

Sustratos orgánicos		
Suelos vertisoles y feozems	Estiércol de equinos	Rastrojo de frijol
Tierra o suelos de migajón	Cáscara de cacao	Bagazo de henequén
Tierra de azolve de presas	Pulpa y cascarilla de café	Basuras orgánicas
Tierra de monte	Escombros de minería (jales)	Residuos orgánicos
Tierra de hoja de encino	Restos de magueyes	Compost de lirio y tule
Tierra de hoja de pino	Paja de trigo, avena o cebada	Compost orgánicas
Tierra de hoja de oyamel	Paja de sorgo	Lombricompost
Tierra de bosque mezclado	Paja de arroz	Lodos y fangos tratados
Corteza de árboles	Cascarilla de arroz	Desperdicios de tabaco
Musgo y líquenes	Cascarilla de nuez y pistache	Fibra y polvillo de coco
Aserrín y viruta	Compost de champiñones	Fibras como algodón y estopa
Restos de poda de árboles	Rastrojo de caña de azúcar	Estropajo
Estiércol de ganado bovino	Bagazo de cachaza de caña	Peat moss o turba
Estiércol de granjas de aves	Bagazo de magueyes	Fibra e henequén e ixtle
Estiércol de caprinos	Resto de poda de pastos	Bagazo de industria tequilera
Estiércol de ovino caprinos	Rastrojo de maíz	

Sustratos inorgánicos e industriales

Sustratos inorgánicos minerales	Sustratos industriales
Arena de río	Vermiculita
Arena de mina	Perlita o Agrolita
Arena de tezontle negro	Lana de roca
Arena de tezontle rojo	Poliestireno (unicel)
Arena de cenizas volcánicas	Residuos de fibras sintéticas
Arena de playas	Fibra de vidrio
Arena de dunas	Escorias de fundición
Carbón mineral	Arcilla expandida
Grava de río o mina	Geles
Grava de tezontle negro	Carbón activado
Grava de tezontle rojo	Ladrillo y teja triturados
Grava de piedra triturada	
Suelos arenosos y tepetate	
Piedra pómez, tepojal o cacahuatillo	
Zeolita	

Fuente: Bastida (2006)

2.7. Densidades de plantación y arreglos topológicos

Bautista y Alvarado (2006) señalan que en invernadero se puede optar por los sistemas de baja y alta densidad de siembra, y cada uno presenta las siguientes características:

Producción de jitomate con baja densidad de población. En este sistema la densidad de población por metro cuadrado es de tres plantas, se puede incrementar a cuatro o cinco pero se incrementa la competencia por luz en plantas con follaje abundante y eso repercute en el tamaño y peso del fruto, así como en mayor humedad relativa y enfermedades. En este sistema se utilizan plantas con crecimiento indeterminado y por un periodo de hasta 8 meses en el invernadero. Generalmente se cosechan de 10 a 15 racimos y sus características más comunes son las siguientes: a) plantas a doble hilera en arreglo tres bolillo; b) híbridos precoces de 90 a 100 días a la cosecha; c) distancia al centro de las hileras dobles de 1.5 a 2 m; d) distancia entre hileras de 0.4 a 0.5 m; e) distancia entre plantas de 0.4 a 0.5 m y f) altura de 2 a 3 metros, donde generalmente se mantiene la planta.

Producción con altas densidades. En este sistema se utilizan densidades de hasta 8 plantas por metro cuadrado, pero se cosechan tres o cuatro racimos y se inicia un nuevo ciclo de cultivo.

2.8. Riego

El tipo de riego más comúnmente utilizado en los invernaderos es el riego localizado, mismo que Bautista y Alvarado (2006) consideran como la aplicación de agua al suelo, en una zona más o menos restringida del volumen radicular, dentro del cual se encuentra el riego por goteo, miniaspersión y difusores.

Riego por goteo. Se llama así a los sistemas que aplican el agua con un caudal no superior a 15 L h^{-1} , por punto de emisión o metro lineal de manguera de goteo.

Riego por difusores y miniaspersores. Son sistemas que aplican el agua con caudal superior a los 15 L h^{-1} e inferior a los 200, por punto de emisión. La diferencia entre ambos es que el difusor tiene salidas fijas y el miniaspersor dispone de deflectores móviles.

Estos sistemas presentan ventajas y desventajas, entre las más importantes Bautista y Alvarado (2006) describe las siguientes:

- Ventajas. Ahorro de mano de obra para el riego, regar en cualquier topografía, control adecuado, posibilidad de utilizar aguas con alto contenido de sales, no interfiere el viento, etc.
- Desventajas. El costo inicial es alto, puede haber taponamiento de emisores, requiere conocimiento adecuado del equipo instalado, no es recomendable en cultivos de cobertura total, etc.

2.9. Fertirriego

González (1996) escribe que el costo de la fertilización en tomate representa entre 4.5 y un 5.5 % del costo total del cultivo, lo que es bajo, considerando su impacto en el rendimiento y también menciona algunos pasos para una fertilización adecuada en tomate como: a) fertilizar en base a rendimientos esperados y con un adecuado balance de nutrientes. Cuidar relaciones Ca/K, Ca/Mg y K/Mg; b) balance de nitrógenos: Nítrico y amoniacal (ideal 50% y 50%) de nitrificación; c) aplicar fuentes de potasio solubles y libres de calcio; d) fertilización completa, con nutrimentos secundarios y micronutrientes; e) en su caso hacer análisis foliar, y también f) parcializar la aplicación de elementos nutritivos de acuerdo a la época de uso en la planta.

Bautista y Alvarado (2006) mencionan que el cultivo de especies en invernaderos sobre sustratos inertes requiere un especial y preciso control del fertirriego. Esto se debe a que la capacidad de intercambio catiónico de estos medios de cultivos es muy baja. Esta situación se potencializa aún más cuando se cultiva en recipientes o macetas donde las raíces están confinadas en un volumen limitado.

Al tratar este tema no se puede dejar de mencionar el pH, ya que este índice determina considerablemente la movilidad de una serie de elementos, su asimilación por la planta, el crecimiento y desarrollo de las mismas; en general puede considerarse de 6.5 a 7.0 como un intervalo de valores normales. Sin embargo, cada cultivo tiene un intervalo de pH para su mejor desarrollo.

Así también otro aspecto de importancia es el monitoreo de la solución nutritiva donde el uso de recipientes para el cultivo en invernadero permite la recolección de la solución nutritiva y su comparación con la solución nutritiva entrante. El monitoreo del volumen lixiviado, el pH, la CE y la concentración de nutrimentos en la solución lixiviada permite detectar si se están aplicando los fertilizantes y el agua en exceso o en deficiencia, por lo tanto permite ir corrigiendo el régimen de fertirriego.

2.10. Elementos nutritivos

Los elementos químicos que se encuentran en las células vegetales pueden ser muchísimos, pero el hecho de encontrar un elemento en alguna planta no es suficiente para concluir que sea esencial para la vida de ella, ya que los minerales son absorbidos principalmente por intercambio iónico del medio, de acuerdo a las leyes físicas y no a la importancia que tengan en el metabolismo. Los elementos de mayor importancia para la nutrición vegetal son los siguientes (Rojas, 1982):

-Nitrógeno (N)

Este elemento forma del 16 al 18% de las proteínas y es el elemento principal del protoplasma (Rojas, 1982). El N es absorbido por las plantas casi exclusivamente en forma de nitrato (NO_3^-) y en forma de amonio (NH_4^+) solubles en agua, las principales fuentes son nitrato de potasio, nitrato de calcio, nitrato de sodio, nitrato de amonio, sulfato de amonio, fosfato monoamónico y fosfato diamónico, y urea, este último principalmente en la producción intensiva de forraje hidropónico (Sánchez y Escalante, 2001).

-Fósforo (P)

Forma los fosfatos de hexosas y triosas, ácidos nucleicos, coenzimas y transportadoras de energía. La energía celular depende del fósforo (Rojas, 1982). Este elemento es asimilado por las plantas como un ión (PO_4^{3-}); dentro de las fuentes solubles de fósforo se tienen: superfosfato de calcio simple, superfosfato de calcio triple, fosfato de amonio, fosfato diamónico, y ácido fosfórico, usado generalmente para corregir el pH (Sánchez y Escalante, 2001).

-Potasio (K)

Forma parte de enzimas activas en la fosforilación oxidativa y tal vez en la síntesis proteica (Rojas, 1982). Sus principales fuentes son: nitrato de potasio, sulfato de potasio y cloruro de potasio (Sánchez y Escalante, 2001).

-Calcio (Ca)

Se encuentra principalmente en la pared celular, también es cofactor de muchas enzimas en la hidrólisis del ATP y fosfolípidos (Rojas, 1982). Sus principales fuentes son, nitrato de calcio, superfosfato (simple y triple), y sulfato de calcio (yeso) (Sánchez y Escalante, 2001).

-Magnesio (Mg)

Es absolutamente esencial, pues forma el núcleo de la clorofila (Rojas, 1982). Son dos las fuentes principales de este elemento: sulfato de magnesio (sal de Epson) y sulfato de magnesio (anhidro) (Sánchez y Escalante, 2001).

-Azufre (S)

Forma parte de las proteínas, pues es constituyente de los aminoácidos cistina, cisteína y metionina (Rojas, 1982). Normalmente el azufre es utilizado en forma de sulfatos (SO_4)-3. Sus principales fuentes son: sulfato de amonio, sulfato de potasio, superfosfato, sulfato de magnesio y sulfato de calcio (Sánchez y Escalante, 2001).

-Hierro (Fe)

Forma parte del núcleo del fitocromo, tiene un papel fundamental en la fotosíntesis, pues forma parte de la ferredoxina (Rojas, 1982). Existen tres fuentes principales: sulfato ferroso, cloruro férrico y quelatos (Sánchez y Escalante, 2001).

-Manganeso (Mn)

Induce de modo desconocido la síntesis de la clorofila y se requiere para la evolución de O_2 en la fotosíntesis (Rojas, 1982). Es proporcionado como sulfato, cloruro o quelatos de manganeso (Sánchez y Escalante, 2001).

-Boro (B)

Es esencial pero tiene un papel poco conocido, posiblemente en el transporte de hidratos de carbono. Hay diferencias entre la deficiencia de Boro y la deficiencia de RNA en tomate (Rojas, 1982). El Boro se asimila como borato (BO_3^-) y sus principales fuentes son el ácido bórico y el bórax (tetaborato de sodio) (Sánchez y Escalante, 2001).

-Cobre (Cu)

Es elemento traza pero forma parte de enzimas, es esencial en la citocromo-oxidasa que permite la oxidación respiratoria final (Rojas, 1982). Sus principales fuentes son el sulfato y cloruro de cobre (Sánchez y Escalante, 2001).

-Molibdeno (Mo)

En pequeñísimas partes forma parte de la $(\text{NO}_3)^-$ reductasa (Rojas, 1982). Se encuentra como impureza en otros fertilizantes y, por tanto, no requiere de ninguna fuente adicional (Sánchez y Escalante, 2001).

-Zinc (Z)

Componente de las deshidrogenasas. Se piensa que puede tener interrelación con la formación de reguladores del crecimiento (Rojas, 1982). Se aporta como Sulfato o Cloruro de zinc (Sánchez y Escalante, 2001).

Castellanos *et al.* (2000) reportan que el cultivo del tomate extrae 4.0 Kg de Nitrógeno, 1.8 Kg. de Fósforo (P_2O_5) y 8.0 Kg. de Potasio (K_2O) por cada tonelada de producción.

2.11. Producción de plántula y trasplante

Leskovar (2001) enlista que algunas de las ventajas del trasplante sobre la siembra directa incluyen: menor uso en la cantidad de semilla, menor costo de la semilla especialmente en híbridos, permite el uso de especies con dificultad de germinación y con periodo de crecimiento corto, mayor uniformidad de crecimiento, superior tolerancia al estrés biológico que afecten el sistema vascular y radical, floración temprana y precocidad de producción, etc. aunque también su principal desventaja es el costo adicional de la planta.

En términos generales una plántula de calidad se identifica con tallo vigoroso, de una altura de 10 a 15 cm. ausente o mínima clorosis, buen desarrollo radicular, y libre de plagas y enfermedades. La obtención de este tipo de plantas está en función de los materiales usados, el ambiente que se les proporcione y la técnica.

Para la obtención de una buena plántula, Leskovar (2001) hace las siguientes recomendaciones y necesidades de la plántula: a) agua de alta calidad y con un pH óptimo de entre 5.0 y 6.5, para mantener un pH estable recomienda una alcalinidad de 40-80 mg. de bicarbonatos (HCO_3), carbonatos (CO_3) e hidróxidos (OH^-) por litro; b) una conductividad eléctrica de menos de 1.0 dS.cm^{-1} es recomendable, y también considerar c) la relación de sodio con Ca y Mg (RAS) con un valor menor de 2.0.

El pH óptimo para la plántula se recomienda de 5.5 a 6.5, la relación C:N que no sea superior a 30. Para evitar el desarrollo de enfermedades, particularmente "Damping off", las charolas para germinar deben estar limpias y esterilizadas ya sea por método químico o a vapor. En invernaderos la irrigación es la operación más frecuente y junto con la nutrición son las que mayor impacto tiene en el crecimiento y calidad del transplante (Leskovar, 2001).

La calefacción y refrigeración son de suma importancia en este estado ya que la plántula es muy sensible, durante el verano debe ser introducido aire frío a través de la zona de producción y en épocas frías hay que elevar la temperatura. Otros aspectos importantes son los sombreados para evitar que los rayos solares incidan de manera directa y el enriquecimiento de CO_2 (Leskovar, 2001).

2.12. Principales plagas y enfermedades

2.12.1. Principales plagas (Cuadro 2)

Mosquita blanca

Bemisia tabaci Genn. *B. argentifolii* Bellows & Perring, *Trialeurodes vaporariorum* West. Homoptera: Aleyrodidae. *Bemisia tabaci* es una especie polífaga asociada a más de 300 especies de plantas de 63 familias botánicas (incluyen ornamentales, malezas y cultivos hortícolas). En el caso de *B. argentifolii* se ha encontrado asociada a más de 600 especies de plantas y tiene una amplia distribución en regiones tropicales y subtropicales, así como en cultivos protegidos templados (Bautista y Alvarado, 2006).

Los adultos presentan una cubierta cerosa. Ojos rojo oscuro, con dos grupos de omatidas unidas en el centro, por una o dos de ellas. En reposo, las alas blancas se pliegan sobre el dorso en forma de tejado casi rectangular. Los adultos por lo regular se localizan en el envés de la hoja. Los huevecillos son elípticos. Las ninfas son ovaladas, aplanadas, con colores blanco amarillento y translúcidos (Bautista y Alvarado, 2006).

Las especies de mosca blanca presentan tres estados biológicos: huevo, ninfa y adulto. Durante los tres primeros instares, la ninfa se alimenta succionando savia de la planta. El primer instar se mueve unos pocos milímetros para ubicar un sitio para su alimentación, donde clava su aparato bucal en el tejido de la planta. El segundo instar presenta patas y antenas rudimentarias, mientras que el tercero aumenta su tamaño y es transparente-cremoso. El cuarto y último instar ninfal no se alimenta y se torna de color verde amarillento y se hacen evidentes los ojos rojos; principal característica es que presenta poco movimiento por lo que se conocen como pupa (Bautista y Alvarado, 2006).

En el invernadero se pueden realizar medidas para reducir la incidencia de mosquita blanca (Bautista y Alvarado, 2006):

- a) Antes de plantar se deben eliminar las malas hierbas preferidas por la mosquita blanca, como es el caso de diente de león y gigantón.
- b) El manejo en almácigo es muy importante, de tal forma que se asegure plantas sanas, por lo cual se sugiere cubrir las charolas con tela antiáfidos y colocar platos amarillos impregnados con pegamento.
- c) Existen actualmente, una gran cantidad de insecticidas para el control de mosquita blanca, en jitomate, mismos que se pueden dividir como convencionales y biorracionales (Bautista y Alvarado, 2006).

Para la Comarca Lagunera Cano *et al.* (2004) reporta que la especie que desde 1994 ha causado grandes estragos en cultivos hortícolas es *Hemisia argentifolii* (Bellows & Perring) o también conocida como mosquita blanca de la hoja plateada.

Psílido

Paratrioza cockerelli (Sucl) (Homóptera: Psilidae). Este insecto ha cobrado gran importancia en diversas hortalizas entre las que se encuentran el jitomate, tomate, chile, papa, entre otras. Las plantas infestadas presentan secreciones serosas a manera de sal, por lo que a esta plaga se le conoce como salerillo (Bautista y Alvarado, 2006).

Las hembras fijan los huevecillos en el envés (principalmente márgenes) de las hojas jóvenes mediante un pedicelo; estos son ovaes y de color anaranjado-amarillento. Una vez que emergen las ninfas pasan por cinco instares, los cuales presentan características distintivas, éstas son poco móviles, por lo cual tienden a formar agregados cerca de las nervaduras de las hojas (Bautista y Alvarado, 2006).

Para conocer la abundancia de adultos, se pueden utilizar tarjetas de colores, como son naranja o verde neón; mientras que para ninfas y huevecillos se deben examinar hojas del tercio superior de la planta, con el propósito de decidir el momento oportuno de

aplicación de insecticidas contra ninfas de los primeros ínstares (Bautista y Alvarado, 2006).

Trips

Thrips tabaci (Lindeman), *Frankliniella occidentales* (Pergande). Los adultos miden cerca de 2 mm. de largo, su cuerpo puede presentar coloraciones amarilla o café oscuro. A simple vista se observan como pequeñas astillas de madera, mismas que al intentar tocarlas vuelan. Los inmaduros se localizan en lugares protegidos como en el envés de las hojas y dentro de las flores, mientras que los adultos se pueden ubicar en casi cualquier parte de la planta. Sin embargo, el mayor daño se produce cuando se alimentan picando los ovarios de flores y frutos en formación en los cuales dejan cicatrices alargadas a manera de costras (Bautista y Alvarado, 2006).

Para el monitoreo de trips se puede hacer uso de tarjetas azules impregnadas con pegamento, en las cuales se capturan los adultos. En la etapa de florescencia y amarre de fruto, es necesario examinar estas estructuras con ayuda de una lupa. A pesar de no existir un umbral para decidir cuándo realizar una aplicación contra trips, se sugiere el control en caso de que se detecten las primeras poblaciones de trips de las flores, ya que a diferencia de campo abierto, en invernaderos es escasa la presencia de enemigos naturales (Bautista y Alvarado, 2006).

Araña roja

Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae). Los huevecillos recién puestos son verde claro brillantes, conforme se desarrollan adquieren un color café verdoso. Las ninfas son de color verde, a medida que avanza su desarrollo, se presentan dos manchas en el idiosoma. Esta especie pasa por los estados de huevecillo, larva, dos ínstares ninfales y adulto. Los huevecillos se colocan entre la seda que secretan las hembras, en el envés de

las hojas y en altas infestaciones se pueden observar huevecillos en el haz, comienza a alimentarse de las células, para lo cual las perfora e ingiere su contenido. Los tejidos afectados muestran una coloración café y el follaje se observa bronceado. *T. urticae* prefiere alimentarse de hojas maduras, mismas que se ubican en la mitad basal de la planta (Bautista y Alvarado, 2006).

Para su manejo se puede recurrir al uso de micro aspersores para incrementar la humedad relativa, con lo que se abate la población de ácaros; sin embargo, se pueden presentar brotes de enfermedades. Por otra parte se recomienda usar bata al entrar al invernadero y limpiar el calzado en el tapete sanitario para evitar la entrada de huevecillos y ácaros. Esta especie al igual que otras plagas, presenta una gran capacidad para general resistencia hacia los acaricidas que se emplean, de tal forma que es necesario establecer un programa de rotación (Bautista y Alvarado, 2006).

Ácaro del bronceado

Aculops lycopersici (Acari: Eriophidae). Los adultos miden alrededor de 0.2 mm de longitud. Esta especie se alimenta del envés de las hojas, prefieren hojas de los estratos bajos de la planta, posteriormente se les puede ubicar en la parte superior de la planta. Los daños iniciales se definen como un plateado de las hojas, mismas que después adquieren un color bronceado, se necrosan y pueden morir (Bautista y Alvarado, 2006).

El control de maleza en la periferia del invernadero es importante para eliminar focos de infestación (principalmente solanáceas silvestres). Los residuos del cultivo deben destruirse. Cuando se observen más de diez individuos y más de diez huevos, en promedio, por hoja se justifica realizar alguna medida de control (Cermeli *et al.*, 1982).

Minador de la hoja

Liriomyza sativae (Díptera: Agromyzidae). Los adultos son mosquitas que miden 2 a 3 mm de longitud, de color negro brillante, presentan un área amarillenta en el metatórax. Los huevecillos son muy pequeños, de alrededor de 0.2 mm, de forma elipsoidal y color blanco. La larva recién emergida es ápoda, de color blanco translúcido, mismo que se vuelve amarillo conforme continúa su desarrollo. La pupa mide de 2 a 3 mm de longitud, es de color amarillo al inicio y café oscuro cuando está próximo a emerger al adulto (Bautista y Alvarado, 2006).

Las hembras ovipositan individualmente, insertando los huevecillos en la epidermis del tejido, y prefieren el haz de la hoja. Después de emerger la larva, comienza a crear una galería y se alimenta de la savia liberada al separar la epidermis del parénquima. La eliminación del follaje del primer tercio de la planta reduce la población de pupas y larvas de minador. Esta plaga no es muy importante en los invernaderos (Bautista y Alvarado, 2006).

Gusano soldado

Spodoptera exigua y gusano del fruto (*Heliothis zea*). Los adultos de *S. exigua* son palomillas café-grisáceas, mismas que miden de 25 a 30 mm de expansión alar. Las larvas del gusano soldado presentan una mancha oscura en el mesopleura, que aparenta un espiráculo. Las palomillas de *H. zea* presentan dos manchas oscuras cerca del ápice de las alas anteriores; las larvas de esta especie pueden variar en coloración. En el caso del gusano soldado los huevecillos se colocan en grupos, mismos que la hembra cubre con escamas, una vez emergidas comienzan a alimentarse en grupo esqueletizando las hojas, posteriormente se dispersan y se alimentan de frutos. Por su parte *H. zea* colocan sus

huevecillos en forma individual. Ambas especies pupan en el suelo. Son plagas secundarias de invernadero (Bautista y Alvarado, 2006).

La eliminación de pastos y quelites dentro del invernadero es una buena medida. También, se pueden usar trampas de luz negra para capturar palomillas, ésta deberá ubicarse al centro y por encima del cultivo. Existe una gran cantidad de productos efectivos para el control de estas plagas (Bautista y Alvarado, 2006).

Cuadro 2 Principales plagas del tomate en invernadero. CELALA-INIFAP. 2007

Nombre de la plaga	Daños	Control biológico	Control químico
Minador de la hoja. (<i>Liriomyza munda</i> Frink)	La larva ataca al follaje, formando galerías	A base de la proteína tóxica de <i>Bacillus thuringiensis</i> .	Diazinon 25%, Dimetoato 40% otros
Gusano alfiler (<i>Keiferia lycopersicella</i> Walsh)	Su daño más importante es el fruto	CHECK MATE TPW-1 a una dosis de 110 140 ml.ha ⁻¹	Agrimec por ser selectivo para alfiler
Gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i> Hubn)	Las larvas causan perforaciones en las hojas y una sola larva ataca varios frutos	Liberación de la avispa <i>Trichogramma</i> , las catarinas del género <i>Hippodamia</i> spp y la <i>Crysopa</i> spp	Sevimol 500, Paratión metílico, Lannate 90 y Kevin 80% P.H.
Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i> Genn)	Es vector de enfermedades virosas	Aplicación de jabones agrícolas. Liberación de avispas parasitoides Liberación del hongo <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> Extractos naturales de ajo. Aspersión de leche bronca sobre el follaje Uso de plásticos amarillos con pegamento.	Insecticidas sistémicos como CONFIDOR o de contacto

Fuente: Bastida (2006)

Cano *et al.* (2005) resalta que las plagas de mayor importancia que se presentan en la Comarca Lagunera para la producción de tomate orgánico bajo invernadero son: Mosquita blanca (*Bemisia argentifolli* Bellows &Perring y *Trialeurodes abutilonea*

Haldeman); Minador de la hoja (*Liriomyza munda* Frick); el Pulgón (*Aphis gossypii*) y el Acaro bronceado del tomate (*Aculops lycopersici* Masee) ya descritos previamente, y recalca que su control es esencial pero sobre todo la prevención, pasando por la vigilancia de las personas que entran al invernadero y la aplicación continua de insecticidas permitidos en la agricultura orgánica.

2.12.2. Principales enfermedades (Cuadro 3)

Ahogamiento y pudriciones de raíces

Rhizoctonia solani (Lév.) *Pythium* spp. y *Fusarium* spp. El ahogamiento es común en jitomate en climas templados y tropicales en todo el mundo. La enfermedad afecta semillas y plántulas en semilleros y almácigos de diversos cultivos. Se consideran dos tipos de síntomas, a causa de la pudrición de la semilla, donde es común encontrar a *Pythium* sp. y *Rhizoctonia solani*. Pueden encontrarse semillas que germinan pero las plantas no emergen del suelo (ahogamiento preemergente); el segundo tipo ocurre cuando las plántulas recién emergidas del suelo se marchitan rápido debido a la pudrición de los tejidos del cuello de la raíz y presentan un estrangulamiento en esta zona (*Rhizoctonia solani*) y, en ocasiones se observa una coloración negruzca arriba del cuello. *Pythium* spp., así como *Rhizoctonia* spp., tienen amplia gama de hospedantes y son patógenos con origen en el suelo. Sobreviven en el campo, en otros hospedantes, incluyendo malezas, puede dispersarse en suelo contaminado o en el agua de riego. El exceso de fertilizantes nitrogenados favorece la infección (Bautista y Alvarado, 2006).

Como manejo, el suelo debe tratarse, lo cual puede ser a través de la pasteurización con vapor, manteniendo la temperatura de 71 °C por 30 min. Las charolas de re-húso deben tratarse también con agua caliente o vapor, a la misma temperatura y por el mismo

tiempo o con una solución de hipoclorito de sodio al 10% por 30 minutos, etc. (Bautista y Alvarado, 2006).

Tizón tardío

(*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary). Se encuentra distribuido en todo el mundo y cuando no se controla oportunamente llega a ocasionar la pérdida total del cultivo. Los síntomas en el jitomate se presentan como manchas pardas irregulares y si las condiciones ambientales son húmedas, en los márgenes de la lesión en el envés se observa un algodoncillo blanco grisáceo. A medida que la infección avanza, la mancha ennegrece. Varias manchas se unen para formar otras grandes que cubren casi toda la hoja, la cual luego muere. Cuando los tallos son infectados se pudren y mueren. El patógeno también puede afectar el pedúnculo de los frutos de jitomate y a los frutos, ocasionando manchas irregulares de color no homogéneo. La lluvia y el viento diseminan los esporangios y en consecuencia la enfermedad puede invadir toda una plantación en pocos días cuando existan condiciones favorables para el patógeno. Los esporangios se forman a humedades relativas entre 91 y 100% y temperaturas de 3 a 26 °C, con un óptimo de 18 a 22°C (Stevenson, 1991).

Para el manejo de este patógeno se recomienda sembrar plántulas de jitomate sanas o desinfectadas o emplear planta y/o semilla certificada, destruir residuos y hospedantes silvestres, practicar la rotación de cultivos, utilizar menor densidad de población, destruir plantas voluntarias y sembrar variedades tolerantes. Al sembrar variedades susceptibles, es necesario seguir un calendario de aspersiones preventivas con fungicidas de contacto (Stevenson, 1991).

Tizón temprano del jitomate

Alternaria solani (Ell. & Mart.) L.R. Jones & Grout. En el mundo está ampliamente distribuida y se ha encontrado en varias regiones productoras de jitomate en México. La enfermedad se presenta en hojas, tallos y frutos. Aparece en cualquier época de desarrollo del cultivo. Las hojas atacadas se tornan amarillas y se caen. En tallos y ramas, se presentan lesiones ovales o circulares oscuras alargadas y también con anillos concéntricos, que en ocasiones los circundan, lo que debilita las ramas y, por el peso de los frutos las llega a romper. En los frutos aparecen lesiones ovales o circulares oscuras y hundidas, con anillos concéntricos, generalmente en el pedúnculo (Bautista y Alvarado, 2006).

En cuanto a su manejo se recomienda el uso de variedades tolerantes y a través de aspersiones de productos químicos en forma preventiva. Las aplicaciones se realizan un poco antes de la fructificación y después a intervalos de 7 a 10 días. La rotación de cultivos por un periodo de 3 años reduce la cantidad de inóculo; también es conveniente eliminar los residuos de cosecha. (Bautista y Alvarado, 2006)

Cenicilla

Leveillula taurina G. Arnaud; *Oidiopsis simula* Scalia. La cenicilla es un problema serio en regiones de cultivo calientes áridas y semiáridas. Los primeros síntomas son lesiones que van de color verde claro a amarillo brillante, en el haz de las hojas. Finalmente aparece una leve esporulación polvorienta en el envés de la hoja. Las plantas afectadas se pueden defoliar, lo que tiene como resultado cosechas reducidas, frutos de menor tamaño y quemaduras de sol. En general, las cenicillas son hongos de hospedantes específicos, pero *O. simula* tiene un amplio intervalo de hospedantes. Típicamente, los patógenos que provocan las cenicillas no crecen dentro de la planta pero emiten austerios

dentro de la misma, mientras que el micelio crece sobre la superficie (Bautista y Alvarado, 2006).

Para su manejo se debe mantener limpio alrededor del campo de cultivo, ya que *O. simula* tiene amplio intervalo de hospedantes. El éxito del uso de productos químicos depende de la detección oportuna de la enfermedad; también es necesario un buen cubrimiento en las aplicaciones (Bautista y Alvarado, 2006).

Otras enfermedades importantes son: Moho blanco o pudrición blanca (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lev.) De Bary); Moho gris (*Botryotinia fuckiliana* (De Bary) Whetzel (*Botrytis cinerea* Pers.); Moho gris (*Cladosporium fulvum* Cooke); Cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis* Subs... *michiganensis* (Smith) Davis *et al.*); Mancha bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Doidge)); Peca bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *Tomato*); Marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum* (Smith)). Mientras que en enfermedades de origen viral destacan: virus del mosaico del tabaco (TMV); virus de mosaico del tomate (ToMV); virus del mosaico del pepino (CMV); virus de la papa y (PVY) y virus del mosaico de la alfalfa (AMV), etc. (Bautista y Alvarado, 2006).

Cuadro 3 Principales enfermedades del tomate en invernadero. CELALA-INIFAP. 2007

Enfermedad	Daños	Combate
“Camping-off”. Secadera de plántulas. Hongos de los géneros <i>Phythium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Phoma</i> , <i>Aphanomyces</i> y <i>Sclerotium</i>	El tallo de la plántula se constriñe al nivel del suelo; esa porción atacada se reblandece y la planta se dobla y muere	Fungicida Ridomil 25 WP o Ridomil Gold
Tizón temprano. <i>Alternaria solani</i> (Ell & G. Martin)	Se presenta en tallos, follaje y fruto de tomate	Dofolatán, Maneb, Zineb, Dithane M-45 o Daconil
Cenicilla. <i>Leveillula taurina</i> (Lév.) Arn.	Pequeñas manchas amarillentas casi circulares sobre el haz de las hojas infectadas	Productos azufrados ya sea en forma espolvoreada o aspersiones.
Tizón tardío. <i>Phytophthora infestans</i> (Mont) De Bary	El peciolo se dobla, las lesiones en las hojas son más o menos grandes y de forma irregular, hundidas y color verdoso	Difolatán, Maneb, Zineb, Dithane-M-45, Dyrene, Daconil
Virus mosaico del tabaco	Causa en el follaje un moteado que varía del verde claro al oscuro, acompañado de enrollamiento y malformaciones de las hojas	Usar semilla certificada, prohibir fumar dentro del invernadero, y lavarse las manos con jabón, agua y en alcohol al 70%
Virus del enchinamiento del tomate, la causa un virus, y se trasmite por la mosquita blanca	Crecimiento raquítico (achaparramiento); los folíolos de sus hojas, presentan enchinamiento	Combatir la mosca blanca y malezas
Moho de la hoja. <i>Cladosporium fulvum</i> Cooke	En las hojas son áreas amarillentas o verde claro; el área correspondiente en el envés se cubre con filamentos y esporas del hongo de aspecto aterciopelado y de color gris o café pálido.	Dyrene, Dithane-M-45, cobres fijos, Difolatán más Sulfato de Zinc y Daconil a intervalos semanales.

Fuente: Bastida (2006)

Cano *et al.* (2002) mencionan a la Cenicilla (*Leveillula taurina* Lev. Arnaud), el Tizón temprano (*Alternaria solani* Ell & Grout), y el Moho verde (*Cladosporium fluvum*) como las principales enfermedades que atacan al cultivo del tomate bajo condiciones de invernadero en la Comarca lagunera. Además de lo anterior Brandt (2006) resalta que

para los productores orgánicos la resistencia a plagas y enfermedades es muy importante, en particular a las enfermedades de los sistemas radiculares, es decir, *Rhizoctonia solani* (Lév.) *Pythium* spp. y *Fusarium* spp en cuanto a las plantas en la producción en invernadero y del mildiu (*Phytophthora*) en la producción al aire libre.

En el invernadero, para el tomate de producción orgánica se utiliza el suelo, sustratos inertes como arena o sustratos orgánicos y raramente la lana de roca lo que trae como riesgo que estos sustratos estén infectados con alguna enfermedad. En invernaderos permanentes puede ser difícil prevenir la acumulación de esporas de agentes patógenos responsables de las podredumbres de las raíces, aunado a esto, muchos consumidores creen que la producción intensiva en invernadero con elevados consumos de energía y altas dosis de fertilizantes va contra los ideales de la producción orgánica, lo que dificulta aún más el manejo de plagas y enfermedades (Brandt, 2006).

Además de los controles químicos ya mencionados desde 1993 el Dr. Mabbett publicó algunos controles biológicos contra ciertas plagas de donde destacan *Bacillus thuringiensis* (Bt) para el control de plagas como larvas de lepidópteros, de mosquito y de mosca negra, virus entomófagos que tiene como hospederos a insectos de los ordenes Lepidóptera, Himenóptera, Coleoptera y Díptera, así también, Micoinsecticidas, que son hongos del grupo Hiphomicetos, donde destaca *Verticillium lecanii* implementado para controlar áfidos y moscas blancas en cultivos de invernadero.

2.13. Invernaderos

2.13.1. Definición de invernadero

Definir el concepto de invernadero en la actualidad es una tarea bastante compleja. Debido al desarrollo tecnológico de los últimos años, es posible encontrar definiciones que

mencionan diferentes aspectos que lo caracterizan. Siendo las siguientes algunas de las revisadas:

El invernadero es una estructura cerrada con una cubierta y paredes de forma plana o curva, transparente o traslúcido, en el que es posible encontrar varios grados de temperaturas, humedad, nivel de nutrientes, fotoperiodos, intensidad luminosa, concentración de CO₂ atmosférico, sistemas de fertirrigación y el medio radicular (Dubois, 1980 citado por Alviter, 2000).

Torres (1998) citado por Buso (2000) define al invernadero como una estructura de materiales diversos, cubierta con una película transparente o traslúcida equipado con un conjunto de sistemas que permiten el control de los factores ambientales y sin menoscabo de la productividad.

Sánchez (2005) lo define como una construcción agrícola, con una cubierta translúcida que tiene por objeto reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas de cultivo establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior.

Por último la "Norma Mexicana Para la Construcción de Invernaderos" citada por Bastida (2006) señala que el invernadero es una construcción agrícola de estructura metálica, usada para el cultivo y/o protección de plantas, con cubierta de película plástica translúcida que no permite el paso de la lluvia a su interior y que tiene por objeto reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en el interior. Los invernaderos pueden contar con un cerramiento total de plástico en la parte superior y mallas en los costados.

En realidad la definición de invernadero puede ser tan amplia como lo es su capacidad de equipamiento, adaptaciones a lugares de acuerdo a las condiciones climáticas y necesidades del cultivo a establecer o la función que vaya a desarrollar.

2.13.2. Ventajas y desventajas del uso de invernaderos

Como en todo, la decisión de implementar un invernadero no incluye cero riesgos, esta decisión incluye ventajas y desventajas, que se deben tomar en consideración para implementar esta alternativa o seguir cultivando al aire libre.

Algunas de las ventajas que Bastida (2006) publica son: a) intensificación de la producción, al establecer las condiciones apropiadas para acelerar el desarrollo de los cultivos y permitir mayor cantidad de plantas por unidad de superficie que la que se puede establecer a campo abierto; b) posibilidad de cultivar todo el año; c) obtención de productos fuera de temporada, con las ventajas de mercado y precio que ello representa; d) obtención de productos en regiones con condiciones climáticas restrictivas; e) aumento en los rendimientos por unidad de superficie en comparación a campo abierto (por la tecnificación de los invernaderos); f) obtención de productos de alta calidad, ya que no están sometidos a daños ocasionados por las inclemencias ambientales como las lluvias, el granizo, las heladas y los vientos; g) menor riesgo en la producción, con estructuras para proteger los cultivos; h) uso más eficiente del agua e insumos (fertirriego); i) mayor control de plagas, malezas y enfermedades, un invernadero bien construido facilita el control de los patógenos, las malezas y las plagas, ya que facilita los tratamientos preventivos; j) mayor comodidad y seguridad para realizar el trabajo, es posible trabajar jornadas completas sin importar el tiempo prevaleciente en el exterior dando seguridad en la realización de todas las actividades; k) condiciones idóneas para la experimentación e investigación.

Algunas desventajas se orientan en (Bastida, 2006): a) inversión inicial alta, en la actualidad sólo se justifica para cultivos altamente redituables; b) desconocimiento de las estructuras más apropiadas para un uso determinado en función de las condiciones climáticas y los requerimientos ambientales de los cultivos; c) alto nivel de especialización y capacitación, es necesario una capacitación apropiada de productores, técnicos y trabajadores para un mejor desarrollo de sus funciones, así mismo se requiere una especialización empresarial y hacerla empresa rentable; d) altos costos de producción, los gastos de operación y algunos de los costos de insumos, como semillas y fertilizantes, son más altos que los mismos productos utilizados en cultivos a campo abierto en la misma superficie; e) condiciones óptimas para el ataque de agentes patógenos, así como son condiciones óptimas para el desarrollo de cultivos, también aportan las condiciones ideales para la proliferación de enfermedades y el desarrollo de plagas; f) dependencia del mercado, se requiere tener un mercado seguro para su venta.

2.13.3. Características de los invernaderos

Oxígeno (O₂) dentro del invernadero

El O₂ no preocupa a los ambientes controlados ya que por una parte el aire atmosférico contiene un porcentaje elevado (21%), y además durante el día las plantas eliminan grandes cantidades de oxígeno en el proceso de la fotosíntesis. En cambio sí puede haber problema en los suelos, si éstos son encharcadizos o si no se presentan buenas condiciones de permeabilidad, dando lugar a asfixia de raíces (Bastida, 2006).

Anhídrido carbónico (CO₂)

El CO₂ disminuye en la atmósfera del invernadero como consecuencia del proceso fotosintético; este proceso puede tener limitaciones si la concentración del CO₂ en la atmósfera del invernadero disminuye sensiblemente. Esta disminución de la concentración

de este gas depende del número de renovaciones que se tenga en la atmósfera confinada y de la actividad de la fotosíntesis. Para el cultivo del tomate en invernadero se recomiendan entre 1000 y 2000 ppm de CO₂ (Bastida, 2006).

Humedad relativa

La humedad en el ambiente en un invernadero intervienen en varios procesos: a) amortiguamiento de los cambios de temperatura, b) aumento o disminución de la transpiración, c) crecimiento de los tejidos, d) viabilidad del polen para obtener mayor porcentaje de fecundación del ovario de las flores y e) desarrollo de enfermedades, conforme aumenta la humedad del ambiente, será menor la evaporación y la transpiración de las plantas. A mayor temperatura, menor humedad relativa; a menor humedad relativa, mayor consumo de agua. Con humedad relativa por arriba de 80% habrá incidencia de enfermedades fungosas y ocurrirán dificultades en la polinización por la formación de granos de polen. Por la anterior se recomienda una humedad de entre 55 y 60 % para el cultivo del tomate en invernadero (Bastida, 2006).

Temperatura dentro del invernadero

La temperatura influye en las siguientes funciones: transpiración, respiración, fotosíntesis, germinación, crecimiento, floración, fructificación. Con temperaturas bajas las células vegetales sufren alteraciones en su constitución, precipitándose y deshidratándose sus proteínas (por debajo de -4 o -5 °C). Cuando las temperaturas son altas (mayores a 40 °C) se produce coagulación del protoplasma celular y la muerte de la célula; a dicha temperatura se le llama "temperatura máxima letal". Las temperaturas óptimas para el cultivo de tomate en invernadero son de 20 a 24 °C; la mínima letal es de -2 °C; la máxima letal de 40 °C; la mínima biológica es de 10-12 °C y la máxima biológica de 30 °C, por su parte para los sustratos se menciona una temperatura de 15 a 20 °C (Serrano, 2002).

Luminosidad

La luz puede ser absorbida, reflejada, directa, desviada, difusa. Las plantas pueden recibir iluminación natural o artificial. Naturalmente no deberá haber obstáculos a la luz solar, tales como árboles, colinas, edificios. Para el cultivo de tomate en invernadero se recomienda una intensidad de 10,000 a 40,000 lux, y días con 12-14 horas luz (Sade, 2001).

Ventilación, calefacción y/o enfriamiento

La ventilación a diferentes horas del día y condiciones exteriores permite controlar la humedad ambiente y el enfriamiento mecánico del aire en los sitios cálidos. Los científicos y horticultores han definido las intensidades de luz y calor que estimulan ciertos tipos de desarrollo, florecimiento y fructificación de los diversos cultivos y ornamentales. El tipo de cultivo determinará en gran parte la iluminación y el control de la ventilación para humedad relativa y temperatura del invernadero para propiciarle a la planta las mejores condiciones (Sade, 2001)

2.14. Cultivos Bajo Invernadero en México

Olivares (2007) estima que en el año 2006 existían más de 3,500 hectáreas de invernadero y casas sombra destinadas a la producción de hortalizas a nivel nacional (Cuadro 4). De acuerdo con los datos que se disponen en el año 2006, cerca del 72 % correspondía a tomate (jitomate) en diferentes presentaciones, otro 10% a pepinos y el mismo porcentaje tenía pimientos, mientras que melones participaban con un 1 %, y el 7 % restante de otros cultivos.

Cuadro 4 Cultivos bajo invernadero en México. CELALA-INIFAP. 2007

Cultivo	Superficie (ha)	Porcentaje
Tomate	885	72
Pepino	130	10
Pimientos	130	10
Melón	15	1
Otros cultivos	80	7

Fuente. Steta (2003) citado por Bastida (2006)

Las principales hortalizas para exportación y mercados nacionales selectos, que se producen bajo invernadero, son: a) jitomate o tomate rojo, principalmente bola, en menor porcentaje tipo Saladette, en diferentes presentaciones ya sea individual, en racimo o cluster. Otro producto de importancia es el jitomate cherry, también en diferentes presentaciones, b) pimiento morrón de diferentes colores; rojo, verde, amarillo, morado y naranja, c) pepinos de diferentes tipos, incluyendo el tipo europeo, d) berenjena, e) lechugas de diferentes tipos, f) melón, en menor porcentaje. Los rendimientos por unidad de superficie relativamente altos, como por ejemplo están los del tomate bola que oscila de 30 a 50 Kg.m⁻¹.año⁻¹ y de 15 a 20 Kg.m⁻¹.año⁻¹ en el caso de pimiento morrón.

Los estados con mayor cantidad de invernaderos con hortalizas para exportación son; Sinaloa, Sonora, Baja California, Baja California Sur, Jalisco, San Luis Potosí, Querétaro, México, Colima, Veracruz y Yucatán (Bautista y Alvarado, 2006).

Cook (2007) menciona que los invernaderos en México han mostrado un incremento muy marcado en superficie, reportando que las primeras referencias de invernaderos en el país datan de 1990, hacia el año 2000 estima alrededor de 500 hectáreas de invernaderos, mientras que para el 2005 existen ya alrededor de 4500 ha y estima que para finales de 2007 habrá 8000 hectáreas cubiertas de invernaderos. De estas cantidades Padilla *et al.* (2007) publican que en 2006 se estiman en 2,772 ha dedicadas solo a la producción de tomate bajo invernadero en el país con un promedio de 130 ton.ha⁻¹ bajo estas condiciones.

Alviter (2000) escribe que el cultivo de tomate en invernadero tienen rendimientos superiores comparados con los cultivados a la intemperie además su fructificación se distribuye en un menor tiempo y se gana precocidad.

2.15. Producción de Tomate

2.15.1. Producción mundial

En la actualidad el cultivo del tomate es una actividad mundial creciente, destinada a dos mercados diferentes: el del tomate en fresco y el que se destina a un proceso industrial, aunque en la actualidad, el proceso productivo del tomate a la intemperie presenta muchos problemas, entre los que sobresalen, la alta incidencia y severidad de patógenos, presencia de plagas diversas, uso y manejo inadecuado de agua, deficientes prácticas agronómicas, elevados costos de producción (Rodríguez *et al.* 2006).

Lesur (2006) reporta que en todo el mundo se siembran unos tres millones de hectáreas que rinden unas 800 millones de toneladas de tomate. Los países más productores son Estados Unidos, China, Turquía y la India; por su parte Macías (2003) publica que el tomate (14.74 % del total de productos) es la segunda hortaliza que más se cultiva en el mundo solo por debajo de la papa (46.42%). Sin embargo mientras que la producción de papa crece a una tasa de apenas 1.59 por ciento anual entre 1990 y el 2000, la de tomate lo hace a 2.65 por ciento, pero debajo de la sandía que es el cultivo que mayores crecimientos presenta en el mismo periodo.

La disponibilidad de tomate fresco en el mercado mundial varía según la época del año (Cuadro 5) (Lesur, 2006).

**Cuadro 5 Disponibilidad de tomate en el mercado mundial a lo largo del año.
CELALA-INIFAP. 2007.**

Mes	%	Mes	%	Mes	%
Enero	4.1	Febrero	3.8	Marzo	3.4
Abril	6.0	Mayo	9.9	Junio	11.1
Julio	13.5	Agosto	9.1	Septiembre	11.4
Octubre	12.4	Noviembre	7.8	Diciembre	7.1

Fuente: Lesur (2006)

2.15.2. Producción nacional

La producción nacional se concentra en cinco estados de la república (Cuadro 6), Sinaloa produce el 42.56 %, Baja California 10.20 %, Michoacán 9.32 %, San Luis Potosí 6.02 %, Jalisco 4.90 % y el 26.99 % en otros estados, del total el 86.88 % proviene de sistemas bajo riego, mientras que el restante 13.12 % es de temporal (SAGARPA, 2003). La diferencia en la disponibilidad de tomate fresco a lo largo del año hace atractiva su producción fuera de la temporada, que va de junio a octubre, por lo que el cultivo del tomate en invernadero, durante los meses fríos, se ha convertido en una modalidad cada vez más atractiva, particularmente para México donde su producción se distribuye de la siguiente manera según el transcurso del año y zonas productoras (Lesur, 2006).

Cuadro 6 Épocas de producción por regiones en el país. CELALA-INIFAP. 2007

Región	Época de siembra	Época de cosecha	Tipo	Mercado
Sinaloa: zona norte: Ahome, El Fuerte, Choix, Guasave, Sinaloa de Leyva, Angostura, Salvador, Alvarado y Mocosito	Agosto- enero	Febrero- junio	Saladette- 61% Bola-29%	Nacional (50-60%) e internacional(en noviembre y diciembre)
Sinaloa: zona sur-centro: Badiraguato, Culiacán, Navolato, Cosala, San Ignacio, Elota, Mazatlán, Concordia, El Rosario y Escuinapa	Agosto- Diciembre	Noviembre- junio	Saladette y bola	Nacional (50-60%) e internacional (en noviembre y diciembre)
Baja California: Valle de San Quintín y Valle de Mandadero (Ensenada)	---	Julio- Octubre	---	Nacional e Internacional (80%)
San Luis Potosí	---	Junio- Octubre	Saladette y bola	Nacional
Michoacán	---	Enero- Mayo	Saladette y bola	Nacional (Saladette) e Internacional (bola)
Morelos, Guanajuato e Hidalgo	---	---	----	Nacional y fronterizo

Fuente: SAGARPA (2005)

En el cuadro anterior se observa que la producción de tomate en México se concentra en los meses de febrero y hasta septiembre u octubre, mientras que de octubre solo abastece la zona sur-centro de Sinaloa, solo que la producción de esta zona en los meses de noviembre y diciembre se destina en su mayor parte al mercado internacional, principalmente a Estados Unidos.

Contreras y Sánchez (1997) mencionan que en México por razones tales como: superficie ocupada, producción obtenida y valor de la misma, captación de divisas, generación de empleos, consumo per cápita, tecnología de producción, etc., el jitomate es

la especie de hortaliza más importante. No obstante, es poco lo que en el país se ha generado con respecto a tecnología de producción en sistemas intensivos.

La SAGARPA reporta una producción de 2,093,431.59 toneladas para el año 2006 (ciclos P-V y O-I), en una superficie de 66,509.39 ha mientras que Cook (2007) menciona una producción anual nacional para 2006 de 2,162,556 t de las cuales 248,056 toneladas fueron producidas bajo invernadero (incluye malla sombra), es decir el 11.5 % del total nacional.

En cuanto la producción regional la SAGARPA reporta que en la Comarca Lagunera (municipios de Coahuila y Durango) se produjeron 20,487 toneladas de tomate en el año 2006, aunque no especifica el tipo de tomate, tampoco si es a campo abierto o bajo invernadero.

Es de suma importancia mencionar el destino de la producción nacional de tomate, pues en el año 2006 se exportaron 1,044,810 toneladas, mientras que la importación de este producto en el mismo periodo fue de 19,691 toneladas. El principal país para la exportación del tomate mexicano es E.U.A. al cual se ha destinado desde el año 2002 a 2006 entre 1,000,000 y 1,100,000 toneladas por cada año, abasteciéndolo con aproximadamente el 60 % del total de sus importaciones. Por otro lado la demanda de tomate procedente de invernadero en aquel país e ha incrementado de un 13 % del total importado en 1998 al 33 % en el año 2006 (Cook, 2007).

2.16. Consumo per cápita de tomate

La FAO publica que el país que en mayor cantidad consume tomate es Estados Unidos, en donde en 2001 el consumo per cápita fue de $36.4 \text{ Kg.persona}^{-1}.\text{año}^{-1}$, mientras

que este consumo en México en el mismo año fue de 14.0 Kg./persona/año, registrando una caída respecto al año anterior, pues este consumo fue de 19.2 en el año 2000.

2.17. El precio del tomate mexicano

Los precios promedio anuales del tomate procedente de invernadero en los Estados Unidos, que incluye el tomate importado ha variado desde \$0.1 entre 1990 y 1996 y \$0.70 y \$0.80 dólares por libra entre 1997 y 2005 (Cook, 2007).

Por otro lado el SIAP (Sistema de información agroalimentaria y pesquera) (2007) reporta que el precio del tomate que se paga a los productores varía a lo largo del año y señala que el tomate saladette y bola se ofrecieron por un 15.4 y 1.5% respectivamente por debajo en base a la cotización del año anterior. Por otro lado reporta que los precios del tomate bola en las tres ciudades más importante del país (D. F., Monterrey y Guadalajara) se mantuvo entre \$8.15 y \$9.15 por kilogramos al mayoreo y hasta \$10.80, siendo Monterrey el mercado más caro y Guadalajara el más económico.

En el mismo tema de la producción y precios en México a lo largo del año la SAGARPA (2003) publica que la producción de jitomate se genera durante todo el año; sin embargo, se observa una estacionalidad alta en los meses de enero a mayo, la participación de la producción en estos meses es de 50.65 % dentro de la producción anual; mientras que de junio a noviembre se detecta una estacionalidad baja, ya que en este período la cosecha desciende para repuntar en el mes de diciembre. El tomate Bola presenta estacionalidad a la baja en los precios en los meses de febrero, mayo y junio; solo en los meses de abril, agosto y diciembre aumenta ligeramente; en tanto que el tomate saladette observa una marcada estacionalidad a la alza de enero a abril, y de

mayo a junio los precios descienden para aumentar en agosto, y posteriormente ir a la baja y en diciembre ubicarse alrededor del precio promedio anual.

El precio pagado al productor, al mayoreo y menudeo a intermediarios y consumidores del tomate bola registra un incremento en los meses de abril, agosto y diciembre, de cada año, meses en que aumenta la demanda del producto; en tanto que en mayo y junio los precios bajan (SAGARPA, 2003).

El comportamiento del precio pagado al productor del tomate saladette no registra una gran influencia sobre los precios al mayoreo y al consumidor. En el caso del precio al menudeo se presenta una estacionalidad a la baja de enero a mayo, en tanto los precios al mayoreo sólo descienden en marzo, llegando a incrementarse nuevamente de agosto a octubre, para descender en noviembre y volver a un incremento en diciembre; los precios al menudeo registra una estacionalidad alta de agosto a diciembre, ya que la oferta en el mercado en dichos meses es limitada (SAGARPA, 2003).

2.18. La Agricultura orgánica

El uso persistente de prácticas agrícolas como el uso constante de agroquímicos y maquinaria han puesto en desventaja la vida del suelo; eso ocasiona erosión de los suelos, baja disponibilidad de elementos nutritivos, se disminuye la permeabilidad, y esto aumenta la salinidad. El resultado de ello es el poco desarrollo de los cultivos, aumento en la presencia de plagas y enfermedades, alimentos contaminados, contaminación del agua y el ambiente (Gómez *et al.*, 2001).

La agricultura orgánica en México es el subsector agrícola más dinámico. También muestra un impresionante crecimiento en diversidad de productos y en zonas de producción campesina, que generan mayor empleo por hectárea, divisas y una mayor

equidad en el reparto de los ingresos (Gómez *et al.*, 2001). La definición de agricultura orgánica varía de un autor a otro, aunque también es cierto que la mayoría coincide en los puntos principales de esta agricultura.

2.18.1 Definición de agricultura orgánica

La agricultura orgánica se define como un sistema de producción que utiliza insumos naturales y prácticas especiales: aplicación de compost y de abonos verdes, control biológico, asociación y rotación de cultivos, uso de repelentes y fungicidas a base de plantas y minerales, entre otras. A cambio, prohíbe el uso de pesticidas y fertilizantes sintéticos (Gómez *et al.*, 2001).

Adicionalmente la agricultura orgánica, ecológica o biológica se define como un sistema de producción que utiliza insumos naturales a través de prácticas especiales, como compost, abonos verdes, control biológico, repelentes naturales a base de plantas, asociación y rotación de cultivos, etc. y excluye insumos de síntesis química, transgénicos, aguas negras y radiación en los alimentos. Esta forma de producción, además de contemplar el aspecto ecológico incluye también en su particular filosofía y práctica el mejoramiento de las condiciones de vida de sus practicantes, de tal forma que aspira a una sostenibilidad integral del sistema de producción (económica, social y ecológica) (Gómez *et al.*, 2003).

La Norma Oficial Mexicana (1995) la define como “Sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva en cantidades suficientes, que interactúa con los sistemas y ciclos naturales en una forma constructiva de forma que promueve vida; mejora y extiende ciclos biológicos dentro del sistema agrícola, incluyendo microorganismos, flora y fauna del suelo, y planta: mejora y mantiene la fertilidad del suelo a largo plazo; promueve el uso sano y apropiado del agua, y toda la vida del cultivo, en la

que, el control de malezas, plagas y enfermedades es sin el uso de insumos de síntesis químico industrial". Finalmente se entiende por agricultura orgánica o biológica aquella que usa el abono orgánico como primordial origen de fertilización (Bellapart, 1996).

2.18.2. Principios de la agricultura orgánica

Gómez *et al.* (2006) mencionan que la Federación Internacional del Movimiento Agrícola Orgánico (IFOAM) ha establecido cuatro principios de agricultura orgánica que guían a productores y consumidores, y precisan normas y estándares desde la producción hasta el consumo, y las cuales señalan que la agricultura orgánica debe: a) sostener y realzar la salud de los individuos y de las comunidades, así como del suelo, de las plantas y de los animales como una unidad inseparable. Esto lleva a estándares de producción y transformación que excluyen el uso de pesticidas, fertilizantes químicos, aditivos alimenticios, hormonas, etc; b) ser basada en sistemas y ciclos ecológicos vivos, trabajar con ellos, emularlos y ayudar a sostenerlos; c) construirse sobre relaciones que aseguren la imparcialidad y justicia con respeto a las oportunidades comunes del ambiente y de la vida, y d) manejar de una manera preventiva y responsable para proteger la salud y el bienestar de las generaciones actuales y futuras, y del ambiente.

Escalante (1999) indica que la agricultura orgánica se caracteriza por su enfoque sustentable e integral en los siguientes aspectos: a) uso de recursos locales (mínima dependencia de insumos externos); b) respeta la naturaleza, trabaja con ella y no en su contra; c) utiliza y maneja adecuadamente los recursos naturales; d) se mantiene o sostiene la producción; e) promueve la diversificación de cultivos; f) produce para el autoconsumo y mercado; g) obtiene productos de alta calidad y sin tóxicos; h) utiliza tecnología propia y sencilla.

Por su parte Gómez y Castañeda (2000) describen que algunas de las estrategias que la agricultura orgánica ha seguido son: a) captación de especies rústicas; b) control de microorganismos insectos y plantas por medios biológicos, manteniendo el equilibrio ecológico; c) mejoramiento y evaluación de la fertilidad del suelo mediante la asociación y rotación de cultivos; así como, con la incorporación de abonos verdes y el uso de coberteras, d) utilizar técnicas de conservación de suelos y e) usar los efectos benéficos de la alelopatía, nutrición óptima de los cultivos, reciclaje de elementos nutritivos, uso de biopreparados y otras prácticas culturales.

2.18.3. Abonos Orgánicos

Se conoce como abono orgánico a toda fuente de materia orgánica capaz de descomponerse e integrarse al suelo para mejorar sus características químicas, físicas y microbiológicas (Martínez, 2004).

La gran diversidad de fuentes orgánicas obliga a realizar una clasificación con base en su origen, composición y presentación, Martínez (2004) los clasifica de la siguiente manera:

A)-Por su origen

- Pecuarios.-Estiércoles, orines y desechos de rastros.
- Agrícolas.-Esquilmos o rastrojos, hojas, tallos y cáscaras
- Aserrín, desechos de podas y aclareos.
- Urbanos.-La no separación de los desechos en la ciudad los convierte en basura.
- Marinos.-Plantas acuáticas y algas.
- Agroindustriales.- Derivan del beneficio del café, de la caña de azúcar, frutas y verduras, etc.

B).-Por su composición. Por la relación C/N de ella depende el tiempo de descomposición de los materiales orgánicos. Relaciones altas o muy bajas extienden este periodo. Se recomienda una relación C/N de 25 a 35.

C).-Por su presentación. En sólidos y líquidos

El compost

El significado del termino compost, deriva en el latín componere, que significa, componerse, acomodar, arreglar. Es el arte de acomodar desechos orgánicos en capas, para favorecer su proceso de descomposición. Se define compostaje al proceso en el cual se descomponen o degradan los desechos orgánicos en presencia de microorganismos. En este proceso intervienen la temperatura, la humedad y el aire. Como resultado final de este proceso está el compost, producto útil y de fácil manejo que al aplicarse al suelo mejora sus características físicas y microbiológicas.

Sade (2001) describe el procedimiento de la elaboración del compost de la siguiente manera. Como materia prima se utiliza excrementos animales, residuos de plantas y otros desperdicios. Durante el proceso es deseable tener una humedad del 45 a 60%. La temperatura de la pila o montones se eleva después de 4 días y puede llegar hasta 70 °C, disminuyendo cuando llega a su culminación a 20 °C. Se recomienda usar materiales con una relación carbono a nitrógeno de 30 a 40/1 para terminar con una relación de 15/1 de los mismos. Es necesaria una buena aireación para hacer llegar el oxígeno a los microorganismos que intervienen en la descomposición de las sustancias orgánicas. Al avanzar el proceso se produce una acumulación de sales oscilando el pH entre básico y ácido finalizando entre 6.7 y 7.8.

Un buen compost debe contener 30 a 49% de humedad y de 35 a 50% de materia orgánica, por peso, el cual oscila entre unos 700 a 800 gr.L⁻¹; contiene de nitrógeno 1.4 a

2%; fósforo 2%, potasio 0.5-6%; boro 0.9 a 1.0% (Martínez, 2004). Sade (2001) escribe que el compost mejora la textura del suelo, dándoles mejor textura, aireación y absorción de agua, absorbe elementos nutritivos, especialmente nitrógeno y potasio, así como microelementos, evitando que se laven. Al descomponerse los libera lentamente en formas asimilables para las plantas.

Martínez (2004) señala que: una vez terminado el proceso de composteo, se recomienda su uso en invernaderos o campo abierto. Puede hacerse solo o en mezcla para germinadores o bolsas. La cantidad depende de su calidad.

Por su parte Raviv *et al.* (2004) citados por Rodríguez *et al.* (2007) establecen que después de dos meses del trasplante las plantas crecidas en vermicompost requieren ser fertilizadas, porque el sustrato resulta deficiente en elementos nutritivos al ser lixiviados o absorbidos por la planta, además Eghaball *et al.* (2000) y Heeb *et al.* (2005) citados por Rodríguez (2007) afirman que de 70 a 80 % del P y de 80 a 90% del K en el compost están disponibles para la planta durante el primer año, mientras que por ser orgánico el N debe mineralizarse para poder ser absorbido por la planta, ya que en el primer año sólo se mineraliza de 11 a 12%.

Otro aspecto importante es el costo de producción de este abono orgánico, así Valenzuela (2005) publica que producir 30 t de compost a base de estiércol de vacuno tiene un costo de \$2,500.00.

Lombricultura

Es una biotecnología que utiliza a la lombriz de tierra como herramienta de trabajo en la transformación de desechos, ésto favorece el proceso de degradación de los residuos orgánicos (Martínez, 2004).

Abonos verdes.

Son aquellos cultivos de crecimiento rápido que se pican e incorporan al suelo en el lugar donde crecen, el beneficio directo de su utilización es el aporte de materia orgánica para incrementar la actividad microbiana y mejorar la estructura del suelo. Estos abonos verdes tienen las funciones de proteger al suelo de la erosión y la desecación, favorecen la descomposición e incorporación de la materia orgánica, mejoran la estructura del suelo, incrementan el contenido de elementos nutritivos, controlan malas hierbas, etc. (Martínez, 2004).

Extracto de vermicomposta

También conocido como té de compost o vermicompost dependiendo del material con el cual se prepara. Es aquel material líquido extraído a base de compost y que suele ser utilizado para la fertilización de plantas (Rodríguez *et al.* 2007).

Según Cepeda (1999) la incorporación de abonos orgánicos al suelo beneficia al suministro de elementos nutritivos, evita cambios bruscos del pH, mejora la estructura del suelo, un uso más eficiente de agua mediante menores pérdidas por evaporación, promueve la aireación del suelo, ayudan a retener agua en los suelos arenosos, favorece el intercambio catiónico, etc.

2.19. La Producción Orgánica**2.19.1. Agricultura orgánica en el mundo**

El creciente interés en el consumo de productos orgánicos se explica como parte de una tendencia mundial de cambio de valores materialistas hacia valores postmaterialistas (mayor preocupación por la calidad de vida, por el ambiente y la sociedad, etc.).

En el ámbito mundial Anónimo (2004) escribe que la producción orgánica crece a una tasa de un 20 a un 25 % anual y, según información de Biofach 2000, los Estados Unidos, Europa y Japón son los mercados más grandes del mundo; se estima que para el año 2000 alcanzó los 20,000 millones de dólares. Solo en los Estados Unidos de América, se calcula que las ventas de productos orgánicos llegaron a los 8,000 millones de dólares en el año 2000. El mercado más importante en Europa es Alemania y el de mayor crecimiento es Inglaterra.

Nova (2006) señala que la agricultura orgánica a nivel mundial durante el año 2001 dedicó más de 17.0 millones de hectáreas a la práctica de estos cultivos; de los cuales cerca del 50 % se concentró en Australia, con una superficie de 7.6 millones de hectáreas (mayor parte es de pastos naturales, para la ganadería bovina y ovina), seguido por Argentina con 3,000,000 ha, Italia con 958,600 ha, USA con 900,000 ha, Alemania con 452,200 ha y Reino Unido con 380,000 ha entre los de mayor importancia.

Un análisis por continente exceptuando a Australia, registra que la mayor superficie destinada al cultivo de productos orgánicos se encuentra en el Continente Americano donde la superficie dedicada a estos cultivos orgánicos asciende a unos 5.0 millones de hectáreas (3.7 millones de hectáreas en la zona sur del continente y 1.3 millones de hectáreas en Norteamérica). Sigue en orden de importancia el Continente Europeo con un total de 3.7 millones de hectáreas, mientras que en Asia y países del Golfo Pérsico y África esta producción es aún considerada como marginal, encontrándose dedicada a la producción orgánica unas 135,000 hectáreas en los países asiáticos y del Golfo Pérsico y cerca de 60 mil hectáreas en África. A pesar del importante crecimiento registrado en el área destinada a la agricultura orgánica en los últimos años, la proporción de las tierras

para este tipo de destino con relación a las tierras dedicadas a la agricultura convencional, resulta aún bajo (Nova, 2006).

Martínez (2004) resalta que la gran expectativa que se ha generado y el crecimiento de los productos orgánicos, continuará si la producción y comercialización cumple aspectos como: a) calidad: implementación de sistemas de certificación que mantengan la percepción de salubridad e inocuidad que los consumidores tienen sobre los alimentos orgánicos, y eviten simultáneamente los fraudes con estos productos; b) cantidad: incremento de la producción, mejora de la distribución y la disponibilidad de productos orgánicos en los puntos de venta; c) precio: reducción de los sobrepuestos respecto de los alimentos convencionales, además de d) información: difusión del concepto de producto orgánico, con vistas a la incorporación de nuevos segmentos de consumidores.

Además de lo ya mencionado Cano y Márquez (2007) indican que este tipo de agricultura presenta una ventaja más, esto es, el costo de producción por unidad de superficie, donde mencionan que en producción convencional es superior en rendimiento, sin embargo con \$53,000 pesos se produjeron $114 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, con fertirrigación, mientras que con compost, se producen $64 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ con \$5,300 pesos.

2.19.2. Agricultura orgánica en México

En México la producción orgánica se inició principalmente en áreas indígenas y áreas de agricultura tradicional de los estados de Chiapas y Oaxaca. Posteriormente también compañías comercializadoras influenciaron el cambio a la producción orgánica en la zona norte del país (Gómez, *et al.* 2001). La producción orgánica es una realidad en 130 países del mundo, entre ellos México, que se ubica en el 19° lugar por superficie orgánica, con 103 mil hectáreas (cuadro 2.7.) (Inglehart y Abramson, 1994 citados por Gómez *et al.* 2003).

La SAGARPA (2004) publica que en los últimos seis años el número de los cultivos orgánicos del país tuvieron un incremento de 79.16 por ciento, lo que significa que de 15 mil hectáreas que se tenían al finalizar la década de los 80 se registró un incremento a 120 mil hectáreas, las cuales involucran a más de 30 mil agricultores, quienes en su conjunto generaron divisas por más de 140 millones de pesos anuales por sus productos.

Del total de hectáreas de cultivos orgánicos (Cuadro 7) como café, hortalizas, jitomate, chile, calabaza, pepino, cebolla, ajo, chícharo, berenjena, melón, aguacate, mango, plátano, naranja, piña, papaya, miel, nopal, leche y productos lácteos, carnes y plantas medicinales, aromáticas y alimenticias, entre otros, el 58.3% ya están certificadas con normas internacionales de calidad, lo que facilita la exportación sin mayor problema (Gómez *et al.* 2003).

En México existen 262 zonas de producción orgánica ubicadas en 28 estado de la república, entre los cuales destacan Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Chihuahua y Guerrero, que concentran el 82.8% de la superficie orgánica del país. Las estimaciones para finales del 2002 fueron alcanzar 215 mil hectáreas y una generación de divisas de 280 millones de dólares (Gómez *et al.*, 2003).

Cuadro 7 Superficie y producción de la agricultura orgánica por producto en México. CELALA-INIFAP. 2007.

Producto	Superficie orgánica (ha)		
	1998	2000	2004-2005
Café	32161.00	70838.09	147136.74
Hierbas aromáticas y medicinales	0.00	2510.90	30166.49
Hortalizas ¹	4391.00	3831.49	24724.86
Cacao	252.00	656.00	17313.86
Uva silvestre	0.00	0.00	12032.00
Hortalizas asociados con otros cultivos	0.00	0.00	9691.91
Coco	0.00	0.00	8400.00
Maguey (agave tequilero y mezcalero)	0.00	3047.00	5943.30
Otros			
Total nacional	54457.00	102802.38	292459.26

¹⁾ Incluye 22 cultivos (acelga, ajo, apio, betabel, berenjena, brócoli, calabaza, jitomate, tomate de cáscara, etc.)

Fuente: Schwentesius *et al.* 2006

El INEGI (2007) reportó que la producción orgánica de tomate en México (sin incluir tomate cherry) abarcó en el año 2003 una extensión de 3 ha con una producción de 75 toneladas para ese año, no reporta siembras de este producto para 2001 y 2002, mientras que para el año 2003 registró 402 hectáreas con una producción de 1,228 t y por último en el año 2004 la extensión de tomate orgánico aumento a 430 ha con una producción total de 4,484 toneladas.

Otra de las realidades es lo que menciona Brandt *et al.* (2006) quienes establecen que muchos consumidores creen que la producción intensiva en invernadero con elevados consumos de energía y altas dosis de fertilizantes va contra los ideales de la producción orgánica.

2.20. Mercado de los Productos Orgánicos

Las ventas de alimentos orgánicos crecieron \$10 000 millones de dólares en las principales áreas de consumo a nivel mundial de 1997 al año 2000. Así, algunos expertos pronostican una expansión del mercado para el año 2010 de 100 mil millones de dólares. Los productos orgánicos que presentan una mayor demanda a nivel mundial en el orden de importancia son: hortalizas, frutas, cereales, carne y lácteos. Por otro lado el número de habitantes interesados en comprar alimentos orgánicos creció de 46% en 1991 a 61% en el año 2000 en los Estados Unidos (Gómez, *et al.* 2006).

2.20.1. Precios de los productos orgánicos

El atributo precio Premium (equivocadamente también denominado sobreprecio) en los productos orgánicos ha sido uno de los principales ejes motores para el crecimiento de

la producción orgánica en los distintos países, aunque ésto, a su vez, ha impedido que todos los consumidores puedan tener acceso a este tipo de alimentos, al limitar el incremento de la demanda. Algunas razones que justifican el sobreprecio son: el largo periodo de transición de la agricultura convencional a la orgánica (3 años); el incremento en el costo de la mano de obra utilizada, la inversión en la capacitación, asesoría y práctica para mejorar la calidad, etc. (Gómez *et al.*, 2003).

2.20.2. Canales de comercialización en el mundo

La demanda de productos orgánicos ha estado creciendo durante los últimos años en forma exponencial y hasta la fecha no se nota que pueda haber una saturación del mercado, al menos en corto y mediano plazo. Los principales canales de venta de los productos orgánicos en el mundo pueden agruparse en tres formas de ventas, a saber: a) ventas en supermercados, hipermercados y tiendas de productos convencionales, b) ventas en tiendas especializadas y tiendas naturistas, y c) ventas directas en la granja, en mercado, cooperativas de consumo, a través de suscripciones, clubes orgánicos, etc. (Cuadro 8) (Gómez *et al.*, 2003).

Cuadro 8 Principales canales de comercialización de productos orgánicos en diferentes países. CELALA-INIFAP. 2007.

Estados Unidos	Alemania	Francia	Inglaterra	Japón
66% tiendas de alimentos sanos y naturales	36% tiendas naturistas, 9% tiendas de Feformhauser	36% tiendas especializadas y panaderías	5% tiendas naturistas, de alimentos sanos o dietéticos	2° lugar tiendas naturistas y tiendas especializadas
8% supermercados	25% supermercados	38% supermercados	63% supermercados	3 ^{er} lugar supermercados
11% ventas directas	22% ventas directas	16% ventas directas, 10% biocooperativas	18% ventas directas	1 ^{er} lugar cooperativas de productores y consumidores
10% almacenes y clubes, y 5% multimercadeo	7% panaderías, carnicerías.		10% tiendas de verduras	4° lugar restaurantes.

Fuente: Gómez *et al.* (1999)

2.20.3. Canales de comercialización en México

La producción orgánica en México se destina en un 85% a la exportación. Los productos orgánicos se comercializan a través de dos tipos de mercado: el mercado orgánico tradicional y el mercado justo. En el primero, la empresa comercializadora o “broker” negocia con la organización o la empresa orgánica a través de una forma particular de comercialización, en la que se fija un precio con base en alguna bolsa internacional, a este precio se le suma un incremento, de lo que resulta el precio Premium o sobreprecio (Gómez *et al.*, 2001). El mercado Justo es exclusivo para pequeños productores organizados. En este mercado, a través de las asociaciones de ayuda de los países industrializados se pretende ayudar a los productores pobres de los países subdesarrollados pagando el precio justo por sus productos, más un precio Premium, por tratarse de un producto orgánico.

La comercialización de los productos orgánicos implica una certificación de los métodos de producción empleados, la cual se realiza por agencias certificadoras como OCIA-México, Certimex, Naturland, Quality Assurance Internacional (QAI), Bioagricoop, etc. (Gómez, et al., 1999).

En cuanto a generaciones de divisas, la agricultura orgánica en México obtuvo casi 140 millones de dólares en el año 2000, que representaron el 3.7% del total de las exportaciones agropecuarias (Gómez, et al., 1999).

La SAGARPA (2004) destaca que el 90% de las exportaciones de productos no tradicionales y orgánicos tienen como destino mercados de la Unión Americana, en tanto que el restante 10% se comercializa con excelente aceptación en Canadá, Alemania, Holanda, Suiza, Italia, Francia, Inglaterra, España y Japón.

2.21. Normatividad de Productos Orgánicos

Para el sector de productos orgánicos en México fue propuesta La Norma Oficial mexicana Nom-037-Fito-1995, que data del año 1997 y la cual trató de regular la producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos, quedando en letra muerta porque no alcanzó los niveles de exigencia de los mercados internacionales y más aún la Secretaria de Agricultura nunca tuvo la capacidad (o el interés) de actualizarla para hacerla aplicable como norma internacional y convertirla en un instrumento útil para los productos mexicanos. Es hasta el año 2003 que surge una iniciativa de Ley de Productos Orgánicos en el Senado de la República. La ley fue aprobada durante los últimos días de 2005 y entró en vigor con su publicación en el Diario Oficial de la Federación en febrero de 2006. No obstante, a pesar de los avances logrados con la Ley, los legisladores no asignaron un subsidio específico para el sector orgánico (Gómez, *et al.*, 2006).

2.22. Antecedentes de Producción de Tomate Orgánico Bajo Invernadero

Cotter y Gómez (1981) publican un parámetro de suma importancia para la producción de tomate bajo condiciones de invernadero, donde señalan que para una producción exitosa se deben producir bajo invernadero al menos $200 \text{ t.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$.

Herrera (2001) condujo una investigación en producción orgánica de tomate bajo condiciones de invernadero durante la temporada 2000-2001, donde evaluó cuatro cantidades de fertilización orgánica, para lo que utilizó un diseño de bloques al azar. El cultivo se estableció con una densidad de $3,1 \text{ plantas.m}^{-2}$. Los tratamientos 2 y 3 (175 y 225% de fertilización estándar, respectivamente) arrojaron los más altos rendimientos total y comercial, siendo estadísticamente iguales y superando las 117 t.ha^{-1} ; diferenciándose de los tratamientos 0 y 1 (100 y 75% de fertilización estándar, respectivamente).

San Juan (2005) encontró trabajando con fertilizantes orgánicos bajo invernadero un rendimiento de 134.39 t.ha^{-1} con el híbrido Bosky, y 140 t.ha^{-1} en el híbrido Big Beef bajo las mismas condiciones.

De León (2004) tuvo como resultado una producción de 93.91 t.ha^{-1} con el híbrido Andre con un tratamiento de vermicompost y arena al 50%, 89.88 t.ha^{-1} con el material Boski bajo el mismo tratamiento, mientras que también obtuvo 71.27 t.ha^{-1} con el híbrido Andre con un tratamiento de Biocompost y arena a razón de 50%.

Así también Chávez (2004) después de estudiar siete híbridos bajo diferentes tratamientos de arena más compost y arena más perlita en diferentes porcentajes concluyó que sus mejores rendimientos se presentan en arena y compost (37%) y el híbrido Andre con un rendimiento de 89.33 t.ha^{-1} , seguido de perlita y compost (50%) con 77.54 t.ha^{-1} con el híbrido Boski, aunque también concluye que los costos por el uso de perlita en lugar de arena aumentan considerablemente.

Por su lado Partida (2005) demostró que el híbrido Red Chief bajo condiciones de invernadero produce un rendimiento de 224.74 t.ha^{-1} con un sustrato de arena con compost (de manera fraccionada) a razón de 50% y quelatos, y 123.1 t.ha^{-1} con arena y composta (50%) sin fertilizante.

Dentro del mismo tema Márquez y Cano (2007) reportan un rendimiento de 89.64 t.ha^{-1} en la producción de tomate orgánico utilizando compost y arena (50%) sin agregar algún fertilizante.

Lara (2005) coincide con San Juan (2005) con un rendimiento de 142.1 t.ha^{-1} con el cultivar Big Beef con un tratamiento de arena y vermicompost (50%) y por otro lado, el cultivar Red Chief utilizado por Lara supera a San Juan con un rendimiento de 216.23 t.ha^{-1}

¹ con el mismo sustrato pero difiere al suministrar la cantidad total de vermicompost de manera fraccionada a lo largo del ciclo.

SAGARPA (2005) reporta que la producción nacional de tomate orgánico es de 10 t.ha⁻¹, por otro lado Navejas (2002) menciona que la producción orgánica de tomate en Baja California ocupa diez veces menos superficie, pero genera diez veces más divisas.

Borrallas (2006) trabajando con tomate bola bajo invernadero y fertilización con té de compost no encontró diferencia significativa entre los tratamientos y el sistema convencional, con una producción de 179.8 t.ha⁻¹ con el híbrido Romina y 219.5 t.ha⁻¹ con el cultivar Granitio.

Gramajo (2006) encontró que el híbrido Red Chief produce 211 t.ha⁻¹ y px16366262 produce 199.1 t.ha⁻¹ bajo el tratamiento de arena y compost en su relación 1:1 y regado con té de composta diluido, aunque no menciona exactamente la concentración.

Por su parte García (2006) obtuvo como resultados al trabajar con híbridos de tomate bajo invernadero y fertilización orgánica un rendimiento de 181.3 t.ha⁻¹ con el cultivar Ivonne, mientras que Granitio le arrojó una producción de 150.6 t.ha⁻¹. Hernández (2003) utilizando el genotipo Girona bajo invernadero con fertilización química obtuvo un rendimiento de 147.46 ton ha⁻¹.

En cuanto a la utilización del té de compost Rodríguez *et al.* (2007) lo llaman también extracto de vermicompost y mediante su utilización en producción de tomate bajo invernadero obtuvieron un rendimiento de 203 t.ha⁻¹ con el genotipo Red Chief.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización Geográfica y Clima de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera 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, con una altura sobre el nivel del mar de 1,100 metros. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas. El clima de verano va desde semi-calido a cálido-seco y en invierno desde semi-frío a frío, mientras que los meses de lluvias son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992), Palacios (1990) citado por Morales (2006) agrega que la precipitación promedio en la región es de 220 mm con heladas de noviembre a marzo.

3.2. Localización del Experimento

El experimento se estableció en el Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP), localizado en el Km 17.5 de la carretera Torreón-Matamoros, en el municipio de Matamoros, Coahuila, dentro de la Comarca Lagunera.

3.3. Tipo y Condiciones del Invernadero

El experimento se realizó bajo un invernadero semicircular con sistema de ventilación y calefacción (ver figura A-1 de apéndice), con un área de 250 m² y estructura totalmente metálica, cubierto lateralmente por láminas de poli carbonato y doble capa de plástico en el techo; el sistema de enfriamiento consiste en una pared húmeda colocada en el extremo opuesto a la puerta de acceso, además de dos extractores colocados a ambos lados de la misma puerta. La calefacción fue suministrada con un quemador de gas, el cual se

accionaba y apagaba de acuerdo a la temperatura prevaleciente en el interior del invernadero, esto para tratar de evitar llegar a temperaturas inferiores de 12 °C. El sistema de riego fue por goteo. Para el drenaje de los lixiviados de las macetas, el invernadero cuenta con estructuras de concreto en el centro donde coinciden dos hileras de macetas, este lixiviado corre por dicho concreto, se unen todos y salen a través de una tubería que descansa en la parte externa del invernadero en una cisterna.

3.4. Genotipos

Se evaluaron tres genotipos de tomate de crecimiento indeterminado, los cuales se caracterizan por su larga vida de anaquel, estos genotipos fueron Caimán 643, Gironda e Imperial. Dichos híbridos son de empresa Enza Zaden (Cuadro 9), la cual los caracteriza de la siguiente manera:

Gironda. Planta de porte indeterminado, fuerte y vigorosa con buen amarre de frutos en calor moderado, sin hombros verdes de forma redonda alta con un excelente color rojo, excelente cierre apical, una larga vida de anaquel, su peso es mayor a 220 gr Alta capacidad de producción y su madurez a cosecha es intermedia. Se puede cultivar en Invernadero o campo abierto.

Caimán. Con muy buen paquete de resistencias a enfermedades, planta indeterminada semi-compacta con muy buen amarre de frutos en calor, fruta redonda alta sin hombros verdes con un peso de 270 gr excelente cierre apical y firmeza, llamativo color rojo brillante y muy buena vida de anaquel. Su precocidad a cosecha es muy temprana. Para invernaderos y campo abierto.

Imperial 643. Este nuevo híbrido indeterminado ofrece una excelente opción para producción de invernaderos y campo abierto, planta muy fuerte con un sistema radicular amplio que le permite soportar cosechas sin problemas en temperaturas cálidas, fruta semi-redonda aplanada sin hombros verdes, peso de 260 g con muy buen cierre apical y firmeza, color rojo intenso y excelente vida de anaquel. Precocidad a cosecha intermedia.

Cuadro 9 Características de los genotipos evaluados. CELALA-INIFAP. 2007.

	AR	RM	Tipo	Porte	Propósito
Gironda	ToMv/Va/Vd/Fol		Bola	Indeterminado	Invernadero y campo abierto
Caimán	ToMv/Cf/Va/Vd/Fo/ Ma/Mi/Mj	TSWV	Bola	Indeterminado	Invernadero y campo abierto
Imperial 643	ToMv/Cf/Va/Vd/Fo/ Ma/Mi/Mj	TSWV	Bola	Indeterminado	Invernadero y campo abierto
	Madurez cosecha	a	Peso (gr)	Forma del fruto	Firmeza
Gironda	Intermedia		220	Redonda alta	Excelente
Caimán	Temprana		270	Redonda alta	Muy buena
Imperial 643	Intermedia		260	Redonda plana	Muy buena

AR: Alta resistencia, RM: Resistencia moderada. ToMV: Virus del mosaico del tomate, TSWV: Tomato Spotted Kilt Virus, Va: *Verticilium albo-atrum*, Vd: *Verticilium dahliae*, Ma: *Meloidogyne arenaria*, Mi: *Meloidogyne incognita*, Mj: *Meloidogyne juvanica*, Cf: *Cladosporium fulvum*, Fol: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

3.5. Sustratos

Para la realización de este trabajo de investigación se utilizaron dos tipos de sustratos, estos son arena y compost. La arena fue, arena de río, este sustrato inerte se utilizó tanto para la fertilización orgánica como para la fertilización inorgánica que fungió como testigo, y también para la mezcla con compost. Por otro lado el compost tiene su

origen en estiércol de ganado bovino, el cual fue procesado por un lapso promedio de dos meses.

3.6. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar donde la unidad experimental fue una maceta con diez repeticiones y una densidad de población de 3.7 plantas.m⁻², en un Arreglo Bifactorial 3X3, en donde el factor A, fue la fertilización, para lo cual se utilizaron los siguientes tratamientos: el primero consistió en un sustrato preparado con arena y compost a razón de 50 y 50% mismo que fue fertilizado con té de compost; para el segundo se utilizó arena al 100 % como sustrato y la fertilización fue orgánica, y finalmente, para el tercero se utilizó arena al 100% y fertilización inorgánica, mientras que para el factor B se utilizaron tres genotipos, estos son Gironda, Caimán e Imperial, descritos previamente (Cuadro 10), ello con un ciclo de producción de 159 días. Este Diseño dio como resultado nueve tratamientos.

Cuadro 10 Tratamientos a evaluar. CELALA-INIFAP. 2007.

Tratamiento	Sustrato	Fertilización (A)	Genotipos (B)
T1	Arena y compost	Té de compost	Caimán
T2	Arena y compost	Té de compost	Gironda
T3	Arena y compost	Té de compost	Imperial
T4	Arena	Orgánico	Caimán
T5	Arena	Orgánico	Gironda
T6	Arena	Orgánico	Imperial
T7	Arena	Inorgánico	Caimán
T8	Arena	Inorgánico	Gironda
T9	Arena	Inorgánico	Imperial

3.7. Fertilización

Para la realización de esta investigación se utilizaron tres tipos de fertilizaciones, una a base de té de compost, otra orgánica y finalmente inorgánica, mandándose al laboratorio muestras de compost, té de compost y agua utilizados para determinar su composición (Cuadro A-6 de apéndice).

3.7.1. Té de compost

Este té se preparó diariamente durante el desarrollo de la investigación, para tal efecto se desarrollo la siguiente metodología:

- a) En un tambo se colocaron 75 lts. de agua, esta tenía su origen en agua de pozo.
- b) En una bolsa porosa (“morral” de plástico) se pesan y colocan 2.5 Kg de compost.
- c) En una cubeta (20 L) se colocaron agua a la mitad de ésta y se introduce la bolsa con el compost, en esta cubeta se lava el compost dos o tres veces, esto con la finalidad de eliminar el exceso de sales que contiene dicha composta.
- d) Una vez lavado se introduce la bolsa con el compost al tambo donde previamente fue colocada el agua.
- e) Se agregan 40 gr de azúcar o piloncillo (supliendo a la melaza) como alimento para los microorganismos.
- d) Se agregaron 12 mL de Biomix N y 8 mL de Biomix P.
- f) Se coloco una bomba de aire (“oxigenador” o bomba de pecera) con la finalidad de que produzca un flujo continuo de oxígeno dentro de la solución, ésta realizaba su función justo en la parte baja del tambo, esta acción se lleva a cabo durante un lapso de 24 horas;
- g) Una vez transcurrido el tiempo (24 Hr) el té de compost se encuentra listo para usarse (Figura A-1 en apéndice).

El té de compost se aplicó en los tratamientos T1, T2 y T3 a razón de medio litro (500 mL) por maceta diariamente a partir del 15 de diciembre de 2006, pues se considera que el compost que contiene el sustrato tiene los suficientes elementos nutritivos para abastecer la planta a partir del trasplante y hasta esta etapa, siendo después de este lapso que se han presentado las mayores deficiencias cuando solo se utiliza el compost, y se agudiza más el problema para el caso del elemento Nitrógeno, pues Raviv *et al.* (2004) citados por Rodríguez *et al.* (2007) indican que después de dos meses del trasplante las plantas crecidas en vermicompost requieren ser fertilizadas, porque el sustrato resulta deficiente en elementos nutritivos al ser lixiviados o absorbidos por la planta.

3.7.2. Fertilización orgánica

Para el caso de la fertilización orgánica, que son los tratamientos T4, T5 y T6. Esta fertilización fue a base de productos de carácter orgánico que ya se comercializan como tales (Cuadro 11).

Cuadro 11 Fertilización orgánica aplicada en las diferentes etapas. CELALA-INFAP. 2007.

Primera etapa		Segunda etapa	
Elemento	Cantidad	Elemento	Cantidad
Agua	150 L	Agua	150 L
Biomix N ¹	171.6 MI	Biomix N	171.6 ml
Biomix K ²	312.0 MI	Biomix K	312.0 ml.
		Bioquel Fe ³	8 grs.

¹ (30-00-00); ² Compuesto de K₂O (16.5) %; P₂O₅ (4.5 %); Vitaminas, Ac. Pantoténico y Glutámico (3.1%); Aminoácidos libres (2.72%); Fitorreguladores de crecimiento (Auxinas, Giberelinas, Citocininas) (110 ppm) y promotores biológicos (62.87%); ³ Compuesto de Hierro (6 %); Azufre (10,2 %) y EDDHSA (83.8 %)

Durante la primera etapa (antes de la floración y producción) se aplicó una cantidad de 250 mL. por cada maceta del 28 de octubre al 27 de noviembre de 2006 para que durante la segunda etapa se duplicará la cantidad suministrando de 500 mL por cada maceta diariamente, a partir del 28 de noviembre del 2006 y hasta el 30 de abril del 2007.

3.7.3. Fertilización inorgánica

En lo que respecta a los tratamientos T7, T8 y T9, que funcionaron como tratamientos testigo, la fórmula de fertilización fue inorgánica, y esta se componía con los siguientes elementos y cantidades (Cuadro 12).

Cuadro 12 Fertilización inorgánica en las diferentes etapas. CELALA-INIFAP. 2007.

Primera etapa		Segunda etapa	
Fertilizante	Cantidad	Fertilizante	Cantidad
Agua	150 L	Agua	150 L
Biomix N	171.6 MI	Fósforo	1600 g
Biomix K	312.0 MI	Ferticare NK	3850 g
		Nitrato de Calcio	3600 g
		Nitrato de Magnesio	1800 g
		Maxiquel multi ¹	100 g
		Bioquel Fe	100 g

¹El Maxiquel multi es un fertilizante quelatizado constituido por hierro (4%), zinc (2%), manganeso (1%), boro (1%), EDDHA (57%) y acondicionadores orgánicos (35%).

La cantidad aplicada se dividió en dos partes, primero se aplicaron 250 mL por maceta diariamente, esto a partir del 28 de octubre de 2006 y hasta el 27 de noviembre, mientras a partir del 28 de noviembre la dosis fue de 500 mL por maceta tanto para la fertilización orgánica como inorgánica.

3.8. Riego y Drenaje

Riego. Este se realizó mediante el sistema de goteo y programación vía computacional, al inicio del experimento se regaron las macetas hasta que éstas empezaron a drenar, para después programar los riegos en función del sustrato, del tiempo atmosférico y por supuesto las necesidades de la planta. El gasto que arrojó cada gotero fue de 280 mL en 5 minutos de riego, aspecto que se mantuvo constante durante todo el experimento. Los riegos consistieron en dos o tres riegos diariamente con una duración de cinco minutos cada uno. Sin considerar la fertilización.

Drenaje. Este se llevaba a cabo mediante orificios en igual número y dimensiones para todos los tratamientos, hechos en la parte inferior de las bolsas (macetas) que contenían el sustrato, así también mediante una canaleta de concreto donde coincidían los escurrimientos de las macetas y por donde escurrían hacia un tinaco colocado en la parte exterior del invernadero y el cual se vaciaba cada que era necesario.

3.9. Control de Plagas y Enfermedades

Con la finalidad de muestrear se establecieron trampas amarillas en los pasillos del invernadero, también se llevaron a cabo inspecciones para detectar e identificar organismos que estuviesen dañando a la planta. En los casos de presencia de alguna posible enfermedad y/o agente vector de ésta o presencia de plagas se identificaron vía microscopio y con asesoría de la M. C. Yasmín I. Chew Madinaveitia especialista en la materia.

La enfermedad que se presentó con mayor incidencia fue *Fusarium*, seguida con muy poca presencia de *Alternaria* y *Cenicilla (Leveillilla taurina G.)*. En cuanto a las plagas insectiles se tuvo presencia de Mosquita blanca (*B. argentifolii* Bellows & Perring), Pulgón negro y Paratrioza (*Paratrioza cockerelli* Suclc), cabe mencionar que en el caso de las plagas el problema se agudizó en la etapa final del ciclo, es decir, cuando las plantas se encontraban ya en producción de los últimos racimos, es de mencionar también que para el caso de la Paratrioza muy específicamente presentó un crecimiento exponencial en la etapa final del cultivo, para lo cual se realizó el control correspondiente aunque no fue suficiente y ésta se mantuvo hasta el final del ciclo, situación similar de *Fusarium*, la cual ocasiono la muerte de algunas plantas disminuyendo el número total de éstas, viéndose más afectados los tratamientos T7, T8 y T9.

Para la prevención y control de estas situaciones se realizaron las aplicaciones (Cuadro 13), las cuales fueron con productos biológicos y orgánicos.

Cuadro 13 Productos utilizados para el control de plagas y enfermedades. CELALA-INIFAP. 2007.

Producto	#	Problema de controla	Características	Dosis
Amistar	4	Cenicilla	Fungicida	0.3 Kg.ha ⁻¹
Bio F y B	3	Hogos y bacterias de raíz	Certificado por IFOAM	2.8 L.ha ⁻¹
Bio-Insect	6	Mosquita blanca	Certificado por IFOAM	2.8-2.3 L.ha ⁻¹
Decis	1	Grillos	Insecticida	0.2 L.ha ⁻¹
Endosulfan-Mitac	2	Mosca negra		1.5 Kg.ha ⁻¹
FLY-NOT	5			1.2 Kg.ha ⁻¹
MYCOBAC	2	Fusarium, Phytoptoor, Phytium,	Fungicida biológico	100 gr.ha ⁻¹
<i>Mignorum trichoderma</i>				
Kell-Nemm	1	Mosquita blanca	Insecticida orgánico	1.4 L.ha ⁻¹
Sedric	2	Alternaria y cenicilla	Fungicida orgánico	4.4 L.ha ⁻¹

#: Número de aplicaciones.

3.10. Manejo del Cultivo

3.10.1. Siembra y trasplante

La siembra se llevó a cabo el día ocho de septiembre del 2006 en charolas de 200 cavidades; en cuanto al trasplante, éste se realizó el día veinte de octubre del mismo año en bolsas de polietileno negro de 20 Kg, las cuales fueron previamente perforadas para favorecer el drenaje y se colocó el sustrato en función de cada tratamiento. Para la realización del trasplante se humedeció completa y previamente (un día antes) el sustrato de cada maceta, colocándose una planta por maceta a una profundidad aproximada de 15 cm. Las bolsas fueron colocadas dentro del invernadero, quedando de la siguiente manera.

- I. Una hilera con 50 % de arena y 50% de compost para fertilización con té de compost.
- II. Una hilera con arena de río (100%) para la fertilización orgánica.

III. Una hilera con arena de río (100%) para la fertilización química (testigo).

3.10.2. Entutorado

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo sosteniendo cada planta con rafia, el amarre se realizó cuando la planta alcanzo una altura de 30 cm con la finalidad de mantener la planta erguida y con ello evitar que las hojas y frutos queden en contacto con el suelo y/o sustrato. Esta labor se llevó a cabo con un amarre de la rafia a la base del tallo evitando el estrangulamiento de éste, y el otro extremo de la rafia atado a alambres colocados de manera horizontal a 2.6 Mt de altura, para posteriormente y conforme la planta presentó crecimiento se enredaba la rafia a la planta, labor realizada generalmente cada semana.

Podas

Con la finalidad de mantener las plantas bajo las mismas condiciones y darles las mejores condiciones se llevaron a cado las siguientes podas:

- **Poda de axilares.** Con la finalidad de mantener la planta a un solo tallo se realizó esta actividad, tratando siempre que se podarán en el estado más tierno posible para evitar daños a la planta. La finalidad es evitar competencia con el tallo principal.
- **Poda de hojas senescentes.** Esta labor se realizó para evitar que las hojas se vuelvan parásitas, ya que en este estado dejan de producir fotosintatos. En esta poda se eliminaron las hojas bajas hasta donde se encontraba el primer racimo (de abajo hacia arriba) en producción a lo largo del ciclo.
- **Poda de frutos o aclareos.** Con ayuda de tijeras de poda se eliminaron los frutos excedentes en cada racimo, dejando de esta manera los primeros cinco frutos en el primer racimo y los cuatro primeros frutos en los racimos siguientes.

- **Poda de yema apical.** Esta actividad se realizó cuando la planta completaba sus ocho primeros racimos, pues de esta manera estaba planteado el experimento; esta actividad vario en tiempo entre tratamientos y entre genotipos, e incluso entre macetas de un mismo genotipo.

3.10.4. Bajado de plantas

Con la finalidad de por un lado facilitar la toma de datos, polinización y cosecha, y por otro evitar que la planta se encuentre en la zona de máxima acumulación de calor del invernadero (zona alta) se realizó esta actividad, bajando todas las plantas en una misma dirección por cuestiones de estética, pero sobre todo para tenerlas plenamente identificadas a cada una.

3.10.5. Polinización

Esta labor se realizó manualmente, para ello se utilizó un vibrador, que consistió en un cepillo dental con pilas, procurando siempre realizarla al medio día, ya que a esa hora coinciden luminosidad, temperatura y humedad relativa los más optimo posible para que el polen esté disponible y sobre todo viable. Consistiendo en hacer pasar el vibrador por un lapso de 5 segundos en el pedúnculo de cada flor.

3.10.6. Fertilización

Aunque hay otro apartado para esta actividad, es de mencionar, que el té de compost por su granulometría presentaba la dificultad de poder tapar los goteros, así que esta labor se realizó diariamente de manera manual con los fertilizantes y cantidades para cada tratamiento, misma situación para los tratamientos bajo fertilización orgánica e inorgánica.

3.10.7. Cosecha

Esta actividad se realizó una vez por semana, pero dividida en dos partes, en la primera, se cosecharon los frutos de producción, la cual, se llevó a cabo cuando el fruto presentaba una coloración rosada o el 30% pero no más del 60 % de rojo en promedio, o también conocido como 1/3 y hasta 2/3 de coloración, mientras que para la segunda, la cosecha de calidad, para la cual se dejaba que el fruto dos y tres de cada racimo superará el 60% de su coloración destinados a la determinación de calidad del fruto (ver Figura A-4 de apéndice), ambas coloraciones de acuerdo a López (2003).

3.11. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron altura de planta (cm), número de nudos, rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$) e inicio y fin de floración por cada racimo (Días después del transplante), los tres primeros fueron medidos semanalmente, mientras que la floración cada tercer día. En cuanto a la calidad, ésta fue cuantificada al medir las variables de diámetro polar y ecuatorial (vernier), peso del fruto (báscula granataria de precisión de hasta 600 gr), sólidos solubles (refractómetro), espesor de pulpa (regla milimétrica), color (tabla de colores) y número de lóculos.

3.12. Análisis Estadístico

Se realizó el análisis de varianza para determinar el efecto de los tratamientos y detectar presencia o ausencia de diferencias estadísticas entre fertilizaciones, genotipos o interacción de ambos, cuando se encontraron tales diferencias se realizó una comparación de media aplicando la prueba DMS al 5 % y por medio del arreglo combinatorio bifactorial.

Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico *Statistical Analysis System* (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998).

Mediante los datos obtenidos semanalmente de altura, número de nudos, inicio y fin de floración se obtuvo la línea de tendencia central y la ecuación de regresión de cada variable y para todos los tratamientos evaluados, con la finalidad de estimar las mismas variables a un mismo tiempo determinado.

Se registraron los días después del trasplante de la apertura de la primer flor de cada racimo y el día en que se fecundaba la ultima flor de cada racimo, la altura y números de nudos semanalmente para con estos datos obtener las ecuaciones de regresión de cada tratamiento y estimarse los días en que aparecerá cualquier racimo de interés, y en donde “y” indica los días después del trasplante (ddt) en que inicia o finaliza el racimo y “x” el número de racimo, mientras que para altura se estimarán el incremento de altura (cm) y número de nudos a 100 y 200 días después del trasplante, siendo “y” la altura y/o el número de nudos; mientras que “x” los ddt de interés.

Para las variables de forma, hombros, color interno y externo de fruto se considero dentro de las clasificaciones de cada variable la medida modal.

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Rendimiento

El análisis de varianza con un coeficiente de variación (cv) de 35.3% para este parámetro de interés económico presentó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para los sistemas de fertilización, no así para los genotipos ni la interacción de ambos factores (Cuadro 15). Al respecto, la máxima producción se alcanzó para al fertilización orgánica con una media de 185.42 t.ha⁻¹, superior en 71.15 y 119.40 t.ha⁻¹ a los tratamientos de Té de Compost e Inorgánica respectivamente. En la manifestación de esta notable diferencia se visualiza vertientes de interés tal como el realzar la bondad sustentable de los sistemas de producción orgánicos en cuanto a rendimiento y la de un mayor interés como es el valor económico de los mismos, hecho que se nota al realizar un breve análisis económico y de rentabilidad con el fin de ofrecer alternativas sustentables y favorecer una relación amigable el medio ambiente además de redituable económicamente.

Los resultados obtenidos fueron superiores a los encontrados por De León (2004), quien obtuvo un rendimiento inferior (93.91 t.ha⁻¹) para el cultivar Andre y Bosky, también se superaron al obtenido por Chávez (2004) de 89.33 t.ha⁻¹ con el híbrido Andre, por su parte Márquez *et al.* 2005 encontraron un rendimiento mucho más inferior a los anteriormente citados, todos ellos utilizaron compost o vermicompost mezclado con arena de río, de entre de los tratamientos encontrados similares a este tipo de sustrato de arena y compost, destaca Partida (2005), quien supero los resultados obtenidos en el presente trabajo utilizando arena y compost (1:1) como sustrato y el genotipo Big-Beef, de igual modo Lara (2005) con el mismo hibrido que Partida y sustrato compuesto de arena y compost, aunque es de destacar que a diferencia de los anteriores autores citados Lara aplicó la composta de manera fraccionada, caso muy similar al de Partida (2005), quien

también aplico el compost de manera fraccionada aunque añadió la aplicación de quelatos y el genotipo Red Chief.

Los resultados obtenidos en cuanto a la fertilización de Té de composta y sustrato de arena con compost (1:1) son inferiores a los obtenidos por Gramajo (2006) bajo el mismo sistema, solo varió en el cultivar, pues él utilizó el genotipo Red Chief.

Por su parte Rodríguez *et al.* (2007) utilizando el genotipo Red Chief y fertilización con extracto de compost (Té de composta) obtuvieron un rendimiento muy superior al que se obtuvo en el presente trabajo con la misma fertilización, misma situación que Borrallas (2006) con el uso del genotipo Romina y fertilización similar.

El rendimiento promedio de los tres genotipos estudiados de 114.28 t.ha^{-1} obtenido con compost y arena como sustrato y fertilización a base de Té de composta resultó superior a varios autores ya mencionados, los cuales utilizaron compost como sustrato aunque de diferentes maneras, pero también se encuentra por debajo de rendimientos obtenidos con compost y fertilización de Té de compost, pero vale la pena mencionar que ninguno de los autores revisados trabajaron con alguno de los cultivares que fueron utilizados para la realización de este trabajo.

En cuanto al mejor sistema de fertilización (Cuadro 14) consistió en sustrato de arena de río y fertilización orgánica a base de productos comerciales, y donde el rendimiento promedio de los tres híbridos fue de 185.42 t.ha^{-1} , destaca el genotipo Imperial produciendo un rendimiento promedio de $199.5101 \text{ t.ha}^{-1}$. Estos rendimientos fueron superiores a sistemas similares encontrados por San Juan (2005) con el cultivar Bosky y Big-Beef, por su parte García (2006) bajo otro sistema similar obtuvo rendimientos también inferiores con Ivonne y Granitio como genotipos, otro trabajo con características similares fue el realizado por Herrera (2001), encontrando también rendimientos inferiores.

Es de destacar que ninguno de los autores citados reportan costos de producción en sus investigaciones que permitan hacer un análisis de Costo- Beneficio, para definir los tratamientos más rentables a nivel comercial.

Cuadro 14 Resultados para la variable rendimiento de los ocho tratamientos de tomate bola orgánico en invernadero. CELALA-INIFAP. 2007.

Tratamiento	Sustrato	Fertilización	Genotipo	Rendimiento
T6	Arena	Orgánica	Imperial 643	199.506
T5	Arena	Orgánica	Gironda	183.264
T4	Arena	Orgánica	Caimán	173.489
T1	Compost-Arena	Té de compost	Caimán	119.407
T3	Compost-Arena	Té de compost	Imperial 643	114.923
T2	Compost-Arena	Té de compost	Gironda	108.508
T9	Arena	Inorgánica	Imperial 643	74.133
T7	Arena	Inorgánica	Caimán	63.845
T8	Arena	Inorgánica	Gironda	60.092

Cuadro 15. Resultados para la variable rendimiento (t.ha⁻¹) de tomate aplicado a los diferentes tratamientos de fertilización, genotipos e interacciones. CELALA-INIFAP. 2007.

	Fertilización			R.P.G
	Té compost	Orgánica	Inorgánica	
Caimán	108.80	173.49	63.84	115.38 a
Gironda	119.10	183.26	60.09	120.82 a
Imperial	114.92	199.51	74.13	129.52 a
R.P.F.	114.27 b	185.42 a	66.02 c	

Valores con la misma letra son estadísticamente iguales. DMS = 22.113 α = 0.01

R.P.G, Rendimiento promedio por genotipos; R.P.F, Rendimiento promedio por tipo de fertilización.

Otro punto a considerar es el costo de producción, donde se consideró solamente la fertilización y el sustrato, encontrándose que el producir una tonelada de tomate bajo el sistema de fertilización con productos orgánicos comerciales tuvo un costo de \$1,784.09 por \$1,985.70 que se invirtió para producir la misma tonelada pero con Té de compost (ver Cuadros A-9, A-10, A-11, A-12 Y A-13 de apéndice), es decir, la fertilización con productos orgánicos comerciales es mejor en rendimiento y en rentabilidad, pues el Kg de tomate a

lo largo del año es de \$8.00 K (SIAP, 2005) y en base a ello la fertilización con productos orgánicos generará una mayor utilidad económica.

4.2. Altura de Planta

Para el análisis de esta variable se obtuvieron las líneas de tendencia central (ver Figura A-5. en apéndice) y ecuaciones de regresión para cada tratamiento y se estimó la altura, siendo “x” los ddt (100 y 200), mientras que el resultado obtenido (y) es la altura en cm. El tratamiento de fertilización que mayor altura estimada presentó mediante las ecuaciones de regresión obtenidas fue el Té de compost a los 100 ddt con 134.54 cm, mientras que a los 200 ddt la fertilización orgánica es la que presentó mejor promedio (250.61 cm), atribuible a la alta disponibilidad de N en los primeros días por parte del sustrato (compost al 50%) en la fertilización con Té de compost y disminución de este mismo a través del tiempo, mientras que el aporte de este elemento en la fertilización orgánica fue de manera continua, así mismo, el genotipo Gironda fertilizado con Té de compost fue el que mayor crecimiento mostró en ambos tiempos estimados (Cuadro 16). Por otro lado el tratamiento que menor crecimiento presentó fue el inorgánico (115.46 cm y 202.03 cm a los 100 y 200 ddt respectivamente), mientras que en la interacción fertilización-genotipo, Caimán con Té de compost fue el que mostró menor índice de crecimiento. Todas las alturas que se presentaron en los diferentes tratamientos son inferiores a las encontradas por Ochoa (2007) quien a los 100 ddt reporta alturas de 200 cm para la fertilización con Té de compost y alrededor de 180 cm para los tratamientos fertilización con Té diluido.

Cuadro 16 Ecuaciones de regresión para la variable altura de planta de tomate bola en sistemas orgánicos. CELALA-INIFAP. 2007.

Fertilización	Genotipo	Ecuación de Regresión	r ²	Altura estimada (cm)	
				100	200 (ddt)
Te compost	Gironda	T2 $y = 11.952 + 1.7715x$	0.97	189.10	366.25
Orgánico	Gironda	T5 $y = 4.4264 + 1.4043x$	0.94	144.86	285.29
Orgánico	Caimán	T4 $y = 10.332 + 1.1946x$	0.96	129.79	249.25
Inorgánico	Imperial643	T9 $y = 13.016 + 1.1212x$	0.94	125.14	237.26
Inorgánico	Gironda	T8 $y = 32.026 + 0.9022x$	0.90	122.25	212.47
Te compost	Imperial643	T3 $y = 13.235 + 1.0442x$	0.90	117.65	222.07
Orgánico	Imperial643	T6 $y = 13.06 + 1.0212x$	0.94	115.18	217.30
Inorgánico	Caimán	T7 $y = 41.464 + 0.5753x$	0.75	98.99	156.52
Te compost	Caimán	T1 $y = 45.388 + 0.5149x$	0.71	96.88	148.37

4.3. Número de Nudos

Se obtuvieron las ecuaciones de regresión para cada tratamiento evaluado (ver Figura A-5. en apéndice) y se estimó el número de nudos (100 y 200 días después del trasplante) donde “y” indica el número de nudos estimados y “x” representa los días después del trasplante, obteniendo de esta manera que el tratamiento que mayor número de nudos produjo en promedio fue la fertilización orgánica (estimada en 29.66 para 100 y 55.73 para 200 ddt) y la de menos nudos fue la inorgánica en ambos tiempos estimados. En cuanto a la interacción, el genotipo Gironda y fertilización con Té de compost fue el que mayor número de nudos produjo a los 100 ddt, mientras que a los 200 ddt fue Gironda con fertilización orgánica (Cuadro 17), atribuible al mismo aspecto mencionado en el crecimiento de planta.

Cuadro 17 Ecuaciones de regresión para la variables número de nudos de tomate bola bajo sistemas de producción orgánicos. CELALA-INIFAP. 2007.

Tratamiento		Ecuación de regresión	r ²	Nudos estimados (No)	
Fertilización	Genotipo			100 (ddt)	200 (ddt)
Té compost	Gironda (T2)	$y = 9.0731 + 0.2315x$	0.95	32.22	55.37
Orgánica	Gironda (T5)	$y = 3.1354 + 0.2697x$	0.94	30.10	57.07
Inorgánica	Gironda (T8)	$y = 6.8943 + 0.2273x$	0.95	29.62	52.35
Orgánica	Imperial 643 (T6)	$y = 3.6126 + 0.2586x$	0.94	29.47	55.33
Orgánica	Caimán (T4)	$y = 4.0603 + 0.2536x$	0.96	29.42	54.78
Té compost	Imperial 643 (T3)	$y = 3.4042 + 0.2310x$	0.91	26.50	59.60
Inorgánica	Imperial 643 (T9)	$y = 3.5879 + 0.2269x$	0.96	26.28	48.97
Inorgánica	Caimán (T7)	$y = 11.358 + 0.1248x$	0.76	23.83	36.31
Té compost	Caimán (T1)	$y = 9.8231 + 0.1376x$	0.77	23.58	37.34

4.4. Floración

4.4.1. Inicio de floración

La fertilización que mayor precocidad mostró en la emisión del primer racimo floral fue el Té de compost (23.97 ddt) y el más tardío para el mismo racimo fue la fertilización orgánica, mientras que para el octavo racimo, la fertilización orgánica mostró mayor precocidad con 141.23 ddt, y el Té de compost fue el más tardío. En cuanto a la interacción, para el primer racimo el genotipo Gironda fertilizado con Té fue el más precoz tardando un promedio de 18.4 días y el más tardío fue Imperial con fertilización orgánica (Cuadro 18), en cuanto al octavo racimo Gironda con fertilización orgánica solo tardo 119.3 días y Caimán con fertilización inorgánica fue el más tardío con 187.1 días.

Cuadro 18 Ecuaciones de regresión para la variable inicio de floración de cada racimo de tomate bola. CELALA-INIFAP. 2007.

Tratamiento		Ecuación de regresión	r ²	Racimo estimado (ddt)	
Fertilización	Genotipo			1	8
Té compost	Gironda (T2)	$y = -1.4464 + 19.821x$	0.93	18.4	166.6
Inorgánica	Caimán (T7)	$y = -0.9667 + 23.514x$	0.90	22.5	187.1
Té compost	Caimán (T1)	$y = 2.5 + 20.518x$	0.88	23.0	166.6
Té compost	Imperial 643 (T3)	$y = 10.5 + 20.042x$	0.91	30.5	170.8
Orgánica	Caimán (T4)	$y = 13.977 + 19.312x$	0.92	33.3	168.5
Inorgánica	Gironda (T8)	$y = 17.714 + 15.952x$	0.93	33.7	145.3
Inorgánica	Imperial 643 (T9)	$y = 17.143 + 17.339x$	0.95	43.5	135.9
Orgánica	Gironda (T5)	$y = 23.339 + 11.994x$	0.97	35.3	119.3
Orgánica	Imperial 643 (T6)	$y = 30.304 + 13.196x$	0.96	43.5	135.9

4.4.2. Fin de floración

La fertilización que menos tiempo tardo en amarrar el primer racimo fue el Té de compost (49.87 ddt) y la más tardía para este racimo fue la orgánica, en cuanto al octavo racimo la fertilización orgánica fue la más precoz (154.83 ddt) y la más tardía fue la inorgánica, con respecto a la interacción Gironda con Té de compost fue la más precoz para el primer racimo (42.6 ddt) y el que más tardó fue imperial con fertilización orgánica (69.9 ddt), mientras que para el amarre del octavo racimo la fertilización orgánica con Gironda (Cuadro 19) ha mostrado menor tiempo (133.3 ddt), siendo Caimán con fertilización inorgánica la más tardía.

Cuadro 19 Ecuaciones de regresión para la variable fin de floración de cada racimo. CELALA-INIFAP. 2007.

Tratamiento		Ecuación de regresión	r ²	Racimo estimado (ddt)	
Fertilización	Genotipo			1	8
Té composta	Gironda (T2)	$y = 24.679 + 17.946x$	0.9116	42.6	168.2
Té composta	Caimán (T1)	$y = 23.429 + 19.429x$	0.808	42.8	178.9
Inorgánica	Caimán (T7)	$y = 26.733 + 21.957x$	0.9082	48.7	202.4
Orgánica	Gironda (T5)	$y = 46.857 + 10.81x$	0.9441	57.7	133.3
Inorgánica	Gironda (T8)	$y = 44.036 + 14.506x$	0.9113	58.5	160.1
Orgánica	Caimán (T4)	$y = 23.429 + 19.429x$	0.8855	60.1	181.2
Té composta	Imperial (T3)	$y = 47.661 + 16.506x$	0.8332	64.2	179.7
Orgánica	Imperial (T6)	$y = 53.393 + 11.44x$	0.8979	67.4	165.3
Inorgánica	Imperial (T9)	$y = 58.518 + 11.44x$	0.9116	69.9	150.0

4.5. Calidad

4.5.1. Peso de fruto

El análisis de varianza reflejó que hay diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre tipos de fertilizaciones (Cuadro 20) y para la interacción fertilización-genotipos (Cuadro A-2 de apéndice), aspecto que no se repite para los genotipos (Cuadro 21) donde son iguales estadísticamente (cv de 110.92). En las diferentes fertilizaciones los pesos más altos se registraron bajo la fertilización de Té de compost y orgánica, los cuales son iguales estadísticamente, ambos diferentes y superiores a la fertilización inorgánica.

El peso más elevado se presentó con el genotipo Imperial 643 bajo fertilización orgánica con 255.31 g (Cuadro 22) el cual fue superior al encontrado por Morales (2006) con el cultivar Ivonne bajo fertilización orgánica y con compost y arena (1:1) como sustratos, aspecto similar para Melo (2007) con el híbrido Big Beef bajo fertilización orgánica.

4.5.2. Diámetro Polar

No se presentó diferencia significativa entre genotipos, (Cuadro A-3 de apéndice) tampoco para la interacción genotipo-fertilización, más sin embargo, el análisis de varianza arrojó que si hay entre tipos de fertilizaciones (cv de 58.91), siendo la fertilización con Té de compost la que favoreció en mayor grado este diámetro y fue estadísticamente igual a la fertilización orgánica (Cuadro 20), todo lo anterior con $P \leq 0.05$.

El promedio de pesos de frutos de todos los tratamientos se encuentran en los tamaños extra grandes y máximo extra grande de acuerdo a la norma mexicana NMX-FF-009 para tomate tipo bola de la SAGARPA. (Cuadro A-8 en apéndice)

El tratamiento que mayor diámetro registró fue fertilización de Té de compost y el genotipo Gironda con un valor de 6.69 cm (Cuadro 22), el cual fue superior al encontrado por Márquez *et al.* (2005) con arena y vermicompost (1:1).

Cuadro 20 Comparación de medias entre los diferentes tipos de fertilizaciones para las variables peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos solubles, espesor de pulpa y número de lóculos por las diferentes fertilizaciones aplicadas. CELALA-INIFAP. 2007.

	Por Fertilizaciones					
	Té de composta		Orgánica		Inorgánica	
Rendimiento (t/ha)	114.27	b	185.42	a	66.02	c
Peso de fruto (g)	208.79	a	233.48	a	108.48	b
Diámetro polar. (cm)	5.93	a	5.75	ab	5.35	b
Diámetro ecuatorial (cm)	6.84	a	7.98	a	5.48	c
Sólidos solubles (° Brix)	4.04	b	4.03	b	8.34	a
Espesor pulpa (cm)	0.65	a	0.70	a	0.50	b
Numero Lóculos	4.60	b	6.28	a	4.75	b

Resultados con la misma letra son estadísticamente iguales, y con letras diferentes son diferentes. ($P \leq 0.05$)

4.5.3. Diámetro ecuatorial

El análisis de varianza (Cuadro A-4 de apéndice) refleja que existió diferencia significativa para genotipos, fertilizaciones e interacción de ambos (cv de 17.39). En cuanto a la fertilización la orgánica y Té de compost son las que presentaron el mayor diámetro y estadísticamente iguales con media de 7.98 y 6.84 cm respectivamente (Cuadro 20), en cuanto a los genotipos Caimán e Imperial 643 presentaron los mayores diámetros con 7.39 y 6.96 cm respectivamente (Cuadro 21).

En cuanto a la interacción y mejor tratamiento se encontró que Caimán con fertilización orgánica registró el mayor diámetro ecuatorial con 8.96 cm (Cuadro 23), el cual es superior al encontrado por Melo (2007) con el híbrido Big Beef con fertilización orgánica.

4.5.4. Sólidos solubles

El análisis de varianza (ver Cuadro A-5 de apéndice) arrojó que hubo diferencia significativa entre fertilizaciones, genotipos e interacciones (cv de 23.13). En cuanto a los sólidos solubles de genotipos, los tres fueron diferentes entre ellos, siendo Imperial el de mayor grados Brix, seguido de Girona y por último Caimán con 6.12, 5.56 y 4.83 respectivamente (Cuadro 21), En las diferentes fertilizaciones la inorgánica fue la que presentó más concentración de sólidos solubles siendo diferente a los dos restantes fertilizaciones y las cuales son iguales estadísticamente (Cuadro 20),

El tratamiento con mayor presencia de sólidos solubles fue la fertilización inorgánica con el genotipo Imperial 643 (Cuadro 23) con una media de 9.37°, lo anterior se contrapone a los encontrado por Márquez *et al.*(2005), Morales (2007) y Ochoa (2007) quienes encontraron mayor concentración de sólidos solubles (°Brix) con uso de vermicompost, fertilizaciones orgánicas y te de compost respectivamente y menores concentraciones con fertilizaciones inorgánicas, todos ellos encontraron °Brix mayores a cuatro para las fertilizaciones orgánicas y menor de ello para la fertilización inorgánica.

Cuadro 21 Comparación de medias entre los diferentes tipos genotipos para las variables Peso de fruto, Diámetro polar, Diámetro ecuatorial, Sólidos solubles, Espesor de pulpa y Número de lóculos para los diferentes genotipos utilizados. CELALA-INIFAP. 2007.

Variables	Por Genotipos		
	Caimán	Girona	Imperial 643
Rendimiento (t.ha ⁻¹)	115.38 a	120.82 a	129.52 a
Peso de fruto (g)	193.45 a	182.77 a	174.52 a
Diámetro polar. (cm)	5.34 a	5.46 a	5.23 a
Diámetro ecuatorial (cm)	7.39 a	5.95 b	6.96 a
Sólidos solubles (° Brix)	4.83 c	5.56 b	6.12 a
Espesor pulpa (cm)	0.57 b	0.62 ab	0.66 a
Número Lóculos	7.46 a	3.35 c	4.83 b

Resultados con la misma letra son estadísticamente iguales, y con letras diferentes son diferentes. (P ≤ 0.05)

4.5.5. Espesor de pulpa

Las fertilizaciones, genotipos, e interacciones (Cuadros 20, 21 y 23 respectivamente) presentaron diferencias estadísticas entre ellas (cv de 21.31). De entre las fertilizaciones el Té de compost y orgánica son iguales estadísticamente (0.65 y 0.70 cm respectivamente) y superiores a la inorgánica, en cuanto a los genotipos los promedios indicaron que los mejores son Imperial 643 y Gironda con el mayor espesor de pulpa.

El tratamiento que mayor grosor de espesor de pulpa presento fue el genotipo Imperial 643 con fertilización orgánica con 0.80 cm siendo superior al reportado por Melo (2007) quien reporta una media ligeramente inferior (0.74 cm) como su mejor resultado con fertilización orgánica y Big Beef como material biológico, pero también es inferior al publicado por Chávez (2004), quien reporta una media de 0.81 cm.

Cuadro 22 Comparación de medias de rendimiento, Peso de fruto, Forma de fruto y Diámetro polar para las interacciones fertilizaciones por genotipos. CELALA-INIFAP. 2007.

	Interacción Fertilización x genotipos			
	Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Peso Fruto. (g)	Forma Fruto.	DP (cm)
Caimán, Té de compost ¹	108.79	195.53 a	2.44 bc	5.41 a
Gironda, Té de compost ¹	119.10	239.32 a	1.72 cd	6.69 a
Imperial 643, Té de compost ¹	114.92	191.53 a	3.18 b	5.70 a
Caimán, Fertilización orgánica ²	173.48	279.46 a	5.00 a	5.85 a
Gironda, Fertilización orgánica ²	183.25	165.66 a	1.83 c	5.57 a
Imperial 643, Fertilización orgánica ²	199.51	255.31 a	4.23 a	5.85 a
Caimán, Fertilización inorgánica ²	63.84	105.37 a	2.16 c	4.76 a
Gironda, Fertilización inorgánica ²	60.09	143.33 a	1.57 d	4.13 a
Imperial 643, Fertilización inorgánica ²	74.13	76.73 a	2.09 c	4.15 a

¹ sustrato de arena y composta (1:1); ² Sustrato de arena (100%); D P Diámetro polar. Resultados con la misma letra son estadísticamente iguales, y con letras diferentes son diferentes. (P ≤ 0.05)

4.5.6. Número de lóculos

El análisis de varianza (Cuadro A.6 en apéndice) indica que hubo diferencia entre los diferentes fertilizaciones, genotipos, y las interacciones (Cuadros 20, 21 y 23

respectivamente) (cv 39.65). La fertilización orgánica fue la que presentó el mayor número de lóculos promedio con 6.28 y es diferentes estadísticamente a la inorgánica y el Té de compost, los genotipos resultaron diferentes entre si, siendo Caimán el que mayor número de lóculos presentó con 7.46.

En cuanto a la interacción la fertilización de orgánica con el genotipo Caimán fue la que más lóculos promedio presentó con 10.76, siendo de manera general superior a los reportados por De León (2004). Con esto se puede decir que la fertilización afecta las características genéticas de los cultivares utilizados, pues variaban al ponerlos en los diferentes sistemas de fertilización.

Cuadro 23 Comparación de medias de Diámetro ecuatorial, Sólidos solubles, Espesor de pulpa y Número de lóculos para las interacciones fertilizaciones por genotipos. CELALA-INIFAP. 2007.

	Interacción Fertilización x Genotipos							
	DE (cm)		SS (°Brix)		EP (cm)		NL	
Caimán, TC	7.01	b	3.72	.d	0.67	b	5.88	b
Gironda, TC	6.09	c	4.19	d	0.62	b	3.44	d
Imperial 643, TC	7.14	b	4.22	d	0.68	b	4.50	c
Caimán, FO	8.96	a	4.50	d	0.55	bc	10.16	a
Gironda, FO	6.86	bc	4.13	d	0.76	a	3.03	d
Imperial 643, FO	8.13	a	4.47	d	0.80	a	5.65	b
Caimán, FI	6.20	c	7.28	c	0.50	c	6.33	b
Gironda, FI	4.91	c	8.36	b	0.48	c	3.57	cd
Imperial 643, FI	5.34	c	9.37	a	0.51	c	4.36	cd

TC, Té de compost; FO, Fertilización orgánica; FI, Fertilización inorgánica. DE, Diámetro Ecuatorial; SS, Sólidos Solubles; EP, Espesor de Pulpa; NL, Número de Lóculos. Resultados con la misma letra son estadísticamente iguales, y con letras diferentes son diferentes. ($P \leq 0.05$)

4.5.7. Forma de fruto

Se determinaron las formas de los frutos en base a Hazera (1999) (Figura A-3 de apéndice). Para esta variable el análisis de varianza no presentó diferencia para los

tratamientos evaluados, así que se reportan las modas de cada tratamiento predominando la forma 1 (globoso profundo), seguida de la 5 (achatado surcado) y 3 (achatado profundamente), en base a los resultados se puede decir que la fertilización influye en la forma del fruto, ya que aún el mismo genotipo varía su forma de una fertilización a otra.

Cuadro 24 Variables de calidad del fruto: color externo e interno, forma y hombros de fruto. CELALA-INIFAP. 2007.

Tratamientos		Forma fruto ¹	Hombros	C. externo	C. interno
Fertilización	Genotipo				
Té compost	Caimán	1	U	31-A	26-A
Té compost	Gironda	2	U	40-A	41-B; 43-B
Té compost	Imperial 643	3	U	32-A; 33-A; 33-B	35-B; 39-A
Orgánica	Caimán	5	G	25-B; 29-A; 33-A; 35-C; 41-A; 43-B	29-B
Orgánica	Gironda	1	U	33-A; 34-A	39-B
Orgánica	Imperial 643	5	U	33-A	34-A
Inorgánica	Caimán	1 Y 3	U	42-A	45-B
Inorgánica	Gironda	1	U	42-A	35-B; 39-A
Inorgánica	Imperial 643	1	U	42-B	41-A; 45-B

¹, Forma globosa; 2, Forma globosa profunda; 3, forma achatado profundamente; 5, achatado surcado. U = Maduración Uniforme; G = Hombros Verdes (V+)

4.5.8. Hombros

El mayor porcentaje de los frutos cosechados en todos los tratamientos presentaron, en base a la moda, hombros con maduración uniforme (U), siendo el genotipo Caimán con la fertilización orgánica el que difiere con hombros verdes.

4.5.9. Coloración de fruto

Las modas de los tratamientos evaluados presentaron grandes variaciones de coloraciones tanto internas como externas, aún dentro de un mismo tratamiento, con coloraciones que van desde anaranjadas, pasando por colores rojas claras y hasta rojos oscuros.

V CONCLUSIONES

De las diferentes fertilizaciones estudiadas la orgánica con productos comerciales fue la que mejores rendimientos produce con una media de 185.42 t.ha^{-1} independientemente del genotipo, no habiendo diferencia significativa en la interacción fertilización- genotipo.

Se puede recomendar la utilización de cualquiera de los genotipos estudiados bajo la fertilización orgánica con productos comerciales.

Si el producto es destinado al mercado en fresco los mejores resultado se obtienen con la fertilización orgánica en combinación con los genotipos Gironda e Imperial 643 y en menor grado con el cultivar Caimán.

La relación Costo-Beneficio se ve más favorecida con la fertilización orgánica con productos comerciales.

VI RESUMEN

Actualmente la producción agrícola enfrenta grandes retos como el calentamiento global, aumento exponencial de la población, restricción de más extensión de tierras para la producción, etc. Además de lo anterior, el uso incontrolado de agroquímicos con la finalidad de aumentar la producción ha traído consigo la contaminación del ambiente y los alimentos. La agricultura orgánica por su parte propone la producción de alimentos libres de contaminantes, y por su lado la agricultura protegida, controlar ciertos factores de la producción para ser más eficientes por superficie cultivada. El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el invernadero del Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP), y los objetivos planteados fueron; evaluar diferentes sistemas de fertilización (orgánica base de productos comerciales, Té de compost e inorgánica) utilizando como sustratos composta y arena, y los genotipos Caimán, Gironda e Imperial 643 para determinar la efectividad entre las fertilizaciones, el mejor genotipo y la interacción entre ambos factores. Los resultados arrojaron que los mejores rendimientos se obtuvieron bajo el sistema de fertilización con productos orgánicos comerciales, en cuanto a los genotipos es indistinto usar cualquiera de los tres estudiados bajo este sistema de fertilización, e incluso no se encontró diferencia significativa entre las interacciones de fertilizaciones y genotipos, en cuanto a las variables que determinan la calidad del fruto, los genotipos Gironda e Imperial 643 presentan los mejores resultados seguidos por Caimán. Además la relación Costo-beneficio favoreció también a la fertilización de productos orgánicos comerciales, pues el costo de producción por tonelada producida de tomate es menor con respecto al Té de compost.

LITERATURA CITADA

- Anónimo (2004). Introducción a la Agricultura Orgánica. (En línea). (Costa Rica). <http://www.infoagro.go.cr/organico/>. (Consulta: 05/03/07)
- Anónimo. (2003). Perfil del mercado agroalimentario de México. Corporación Colombia Internacional. (En línea) (México) http://www.agrocadenas.gov.co/inteligencia/-documentos/Perfil_mercado_Mexico.pdf (Consulta: 12/09/07)
- Alviter, D. 2000. Construcción y manejo de invernaderos en la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) alternativa prometedora para el valle del Mezquital, Hidalgo. Tesis de licenciatura. U.A. Chapingo. Chapingo, México. pp. 1-8
- Bastida, A. 2006. Manejo y operación de invernaderos agrícolas. U.A. Chapingo. México. pp. 13-18; 143-166 y 185-190
- Bautista, N. y Alvarado, J. 2006. Producción de jitomate en Invernadero. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. pp. 3-16, 103-233
- Bellapart, C. 1996. Nueva agricultura biológica. Edi. Mundi-Prensa. España. pp. 15-19
- Borrallas, L. 2006. Producción de tomate orgánico bajo condiciones de invernadero fertilizando con te de composta. Tesis de Licenciatura. U. A. A. Antonio Narro U. L. Torreón, Coahuila, México. pp. 66-76
- Brandt, K.; Luck, L.; Wyss, G.; Velimirou, A. y Torjusen, H. 2006. Producción de Tomate, control de calidad y seguridad en las cadenas de producción orgánica. Publicado por FiBL. (En línea) http://organichaccp.org/Upload/OrganicHACCP/Leaflet/ES/12-Tomatoes_ES.pdf (Consulta: 28-08-07)
- Buso, G. 2000. Tecnología de invernaderos para la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Memoria de experiencia Profesional para licenciatura. U. A. Chapingo. Chapingo México. pp.1-8; 51-73
- Caballero, P; De Miguel, M. D. y Julia, J. F. 1992. Costes y precios en hortofruticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 346-353
- Cano, P; Ávila, R. y Nava, V. 2004. Especies de mosquita blanca presentes en la Comarca Lagunera. SAGARPA, INIFAP, Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coahuila, México. pp. 15-26.

- Cano, P; Ávila, R. y Nava, V. 2004. Identificación de las plantas hospedantes de la mosquita blanca de la hoja plateada en la Comarca Lagunera. SAGARPA, INIFAP, Campo Experimental, La Laguna. Matamoros, Coahuila, México. pp. 1-18
- Cano, P. y Márquez, C. 2007 Producción orgánica de tomate bajo invernadero. (En línea) <http://www.monografias.com/trabajos16/tomate-organico/tomate-organico.shtm>.
(Consulta: 13/04/07)
- Cano, P; Moreno, A; Márquez, C; Rodríguez, N y Martínez, V. 2004. Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la Comarca Lagunera. En IV Simposium Nacional de Horticultura. Memorias. U.A.A. Antonio Narro. U. L. (10;2004). Torreón, Coahuila, México. pp. 105-118.
- Cano, P; Moreno, A; Márquez, C; Rodríguez, N y Martínez, V. 2005. Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la Comarca Lagunera. En XVII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Memorias. (9; 2005). Gómez Palacio, Durango, México. pp. 48-54.
- Cano, P; Rodríguez, N; Chávez, J. F y Chef, Y. 2002. Producción de híbridos de tomate en condiciones de invernadero en época de escasez. En XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Memorias (9; 2002) Gómez Palacio, Durango, México. UJED. pp. 220-225.
- Cano, P; Rodríguez, N; Chef, Y; Jiménez, F. y Nava, V. 2002. Identificación de plagas y enfermedades del tomate bajo condiciones de invernadero. En XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Memorias (9; 2002) Gómez Palacio, Durango, México. UJED. pp. 226-230.
- Castellanos, J. Z.; Uvalle, J. X. y Aguilar, A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Segunda edición. Colección INCAPA. San Miguel de Allende, Guanajuato, México. pp. 72-74
- Cepeda, J. M. 1999. Química de Suelos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. pp. 35-63
- Cermeli, M.; Doreste, E. y Van, B. 1982. *Aculops lycopersici* (MASSEE, 1937) (Acari, Eriophyidae) nuevas plagas del cultivo del tomate en Venezuela. Rev. Fac. Agron. pp.227-234

- Chávez, J. 2004. Efecto de cuatro niveles de composta en híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Torreón, Coahuila, México. pp. 87-89.
- Comisión Veracruzana de comercialización Agropecuaria. Elaborado en Septiembre de 2004.2007.(En línea). (México).
<http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/TAB4003236/TOMATE.PDF> (Consulta: 13/04/07)
- Contreras, E. y Sánchez, F. 1997. "Producción de jitomate en México". En Revista Chapingo Serie de Horticultura. Chapingo, México. 3(1): 25-31
- Cook, R. 2007. El mercado dinámico de la producción de tomate fresco en el área del TLCAN. Departamento de Agricultura y Recursos Económicos. Universidad de California, Davis. (En línea) (USA). <http://postharvest.ucdavis.edu/datastorefiles/234-773.pdf> (Consulta: (03/09/07)
- Cotter, D. J., y Gómez, R .E. 1981. Cooperative extension service. University New Mexico. Estados Unidos de América. pp. 4
- De León, W. 2004. Evaluación de compostas y sustratos inertes en tomate bola bajo invernadero. Tesis Licenciatura. UAA Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. pp. 84 y 85
- Enza Zaden catálogo (2007), México semillas de hortalizas. (En línea). (México) <http://www.enzazaden.com> (Consulta: 30/08/07)
- Escalante, J. L. 1999. Alternativa tecnológica para la producción orgánica de hortalizas bajo un sistema sustentable y apropiado a la agricultura tropical de Yucatán. Tesis licenciatura. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula, Guerrero. pp. 31-34
- Galarza, J. M. (Coord.). 2003. Análisis de estacionalidad de la producción y precios en el mercado de productos hortofrutícolas y frijol. Siap, SAGARPA. México DF. pp. 47-50.
- García, G. 2006. Evaluación de genotipos de tomate con fertilización orgánica bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. U. A. A. Antonio Narro U. L. Torreón, Coahuila, México. pp. 72-75
- Gil, I. y Miranda, V. 2000. Producción de jitomate rojo en hidroponía bajo invernadero. Serie de publicaciones Agribot. U. A. Chapingo. Chapingo, México. pp. 32-57

- Gómez, A.; Gómez, L.; Lobato, A.; Schwentesius, R. y Meráz, M. 2003. Producción, comercialización y certificación de la agricultura orgánica en América Latina. U. A. Chapingo. Chapingo, México. pp. 92-115, 118-172 y 175-192
- Gómez, L.; Gómez, M. A., y Schwentesius R. R. 1999. Desafíos de la agricultura orgánica. Edit. Mundi-Prensa. México. pp. 85-109 y 119-128
- Gómez, L.; Gómez, M. A. y Schwentesius R. R. 2001. Desafíos de la agricultura orgánica. Certificación y comercialización. CIESTAAM. México. pp. 59, 96
- Gómez, M. A.; Schwentesius R., y Gómez L. 2001. agricultura orgánica de México: Datos básicos. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, pesca y Alimentación. Segunda edición. México. pp.9-31
- Gómez, M. A., Schwentesius R. R. y Gómez T. L. 2006. Agricultura orgánica de México. Edit. CIESTAAM. México. pp. 19-44
- Gómez, R. y Castañeda, R. 2000. "La agricultura orgánica, calidad integral de la producción". En Revista Agro Tiempo. Tabasco, México. No. 89. Agosto.
- González, F. 1996. "Fertilización, éxito agronómico, éxito económico". En Revista Hortalizas, Frutas y Flores. México. Julio. pp. 17-20
- Gordón, R., y Barden, J. A. 1984, Horticultura, AGT EDITOR S. A. México D. F. pp. 228-532
- Gramajo, E. 2006. Aplicación gradual de composta al cultivo del tomate bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. U. A. A. Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. pp. 56-67
- Hazera. 1999. Quality Seeds Ltd (HAZERA) quality seeds tomato. Ficha técnica. Israel
- Hernández, A. 2003. Producción de cuatro híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. UAA Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. pp. 75-77
- Herrera, G. 2001. Fertilización del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) bajo manejo orgánico en invernadero. (En línea)
<http://dSPACE.UTALCA.CL/retrieve/1822/GHerrera.pdf> (Consulta: 28-08-07)
- Ibar, L. y Juscafresa, B. 1987. Tomates, Pimientos, Berenjenas cultivo y comercialización. Barcelona , España. Edit. AEDOS-BARCELONA. pp. 7-71
- INEGI. 2007. (En línea). (México).<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/-rutas/ept.asp?t=mamb92&-c=5898>. (Consulta 31/08/07)

- INFOACERCA. 1998. "El jitomate, la hortaliza de excelencia en exportación". Revista Claridades Agropecuarias. México. Octubre. pp. 3-18
- Infoagro. 2007. Cultivo del tomate. (En línea) (México) <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate3.asp>. (Consulta: 19/03/07)
- Juscafresa, B. 1983. Cómo cultivar fresas, fresones y tomates. Editorial AEDOS, México D. F. pp. 157-202
- Lara, E. 2005. evaluación de genotipos de tomate orgánico bajo invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis Licenciatura. UAA Antonio Narro. Torreón, Coah. México. pp. 52-57
- Lees, P. 2001. "Cultivos orgánicos, ¿son la decisión más adecuada para su empresa agrícola?". En Revista Agricultura de las Américas. Limburgerhof, Alemania. Año 50, No. 4. Agosto.
- Leskovar, D. I. 2001. Producción y ecofisiología del transplante hortícola. Texas A & University. (en línea). (USA). <http://www.file:///D:/data/LESKOVAR.htm>. (Consulta 28/02/07)
- Lesur, L. 2006. Manual del cultivo del tomate: una guía paso a paso. Edit. Trillas. México D. F. pp. 6-21
- López, C. A. F. 2003. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Del campo al mercado. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 151. (En línea) (Argentina). <http://www.fao.org/docrep/006/Y4893S/y4893s00.htm#>. (Consulta 17/09/06)
- Mabbett, T. 1993. "Las plagas de las plagas, las aplicaciones de insecticidas biológicos son seguros, ambientalmente inofensivos y no crean resistencia". En Revista Agricultura de las Américas. Limburgerhof, Alemania. Año 42, No. 5. sep/oct.
- Macías, A. 2003. "Claves agrícolas modernos: el caso del jitomate mexicano en los mercados internacionales". En Revista de el Colegio de Sonora. Sonora, México. 15(26): 103-151
- Márquez, C.; Cano, P. y Martínez, V. 2005 Fertilización Orgánica. Productores de Hortalizas. Año 14. No. 9. pp. 54-58
- Martínez, C. La demanda internacional de productos orgánicos: ventajas y debilidades en la comercialización. (En línea). (Argentina). http://www.comercialización_de_productos_organicos.pdf. (Consulta:05/03/07)

- Martínez, C. 2004. Curso-Taller de Lombricultura y abonos orgánicos. En: Primera semana internacional agropecuaria. U. A. A. Antonio Narro. U. L. Torreón, Coahuila. pp.2-34
- Martínez R. J. L. 1990. manejo integrado de virosis en jitomate. Revista Mexicana de Fitopatología. Colegio de Postgraduados. pp. 132-134
- Melo, J. 2007. Fertilización orgánica e inorgánica en tomate bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. U. A. A. Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. pp. 62-68
- Mercado, E. 2006. "El proceso mínimo de frutas y hortalizas en México". En I Simposium Iberoamericano de Vegetales Frescos Cortados. (4,2006; San Pedro SP, Brasil). Memorias. México U. A. Q.
- Morales, A. E. 2006. "Evaluación de híbridos de tomate bola en composta bajo invernadero". Tesis de Licenciatura. U. A. A. Antonio Narro. Torreón Coahuila, México. pp. 61-69.
- Muñoz, J. J. 2003. " La producción de plántula en invernadero". In: Eds. J. J. Muñoz y J. Z. Castellanos Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México. pp. 187-225.
- Namesny, A. 2004, Tomates producción y comercio, Ediciones de Horticultura Barcelona España, pp. 11-157
- Norma Oficial Mexicana. 1995. NOM-037-FITO, por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. México, D: F.
- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate, Edi. Mundi-Prensa, Barcelona España, pp. 15-766
- Nuez, F. 2001. El cultivo del jitomate. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España
- Ochoa, E. 2007. Té de composta en la producción del cultivo de tomate en invernadero. Tesis de maestro en ciencias del suelo. Instituto de Torreón. Torreón, Coahuila, México. pp. 37-62
- Olivares, E. (2007). Presentación de Simposium. En V Simposium Internacional de Producción de Cultivos en Invernaderos. (9, 2007, Monterrey, Nuevo León). Memorias. México. UA Nuevo León. pp. 1-3
- Padilla, L. E.; Rumayor, A. F. y Pérez, O. 2007. Los retos del mercado para la producción de hortalizas bajo agricultura protegida. In Memoria V Simposium Internacional de

- Producción de Cultivos en Invernaderos. Monterrey, Nuevo León. México. UA Nuevo León. pp. 2-8
- Partida, R. 2005. Evaluación de híbridos de tomate bola en vermicomposta bajo invernadero. Tesis de Licenciatura. UAA Antonio Narro U. L.. Torreón, Coah. México. pp. 32-35
- Pérez, M. y Castro, B. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Boletín de divulgación 3. Departamento de Fitotecnia, U. A. Chapingo. Chapingo, México
- Pérez, M. D. 2001 Evaluación de micro nutrientes aplicados en la solución nutritiva y foliarmente para la producción de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de hidroponía. Tesis de licenciatura. U. A. A. Antonio Narro U. L. Torreón Coahuila México. Pp. 35.
- Programa Nacional de Agricultura Orgánica, 2006, Introducción a la Agricultura Orgánica. (En línea). (Costa Rica) <http://www.cor.opsoms.org/TextoCompleto/documentos/-AGRICULTURA%20ORG.pdf> (Consulta: 11/04/07)
- Rodríguez, M. L. 2000 Enfermedades bacterianas más comunes en hortalizas. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. pp. 128-133
- Rodríguez, N.; Cano, P.; Favela, E.; Figueroa, U.; De Paúl, V.; Palomo, A.; Márquez, C. y Moreno, A. 2007. "Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero". En Revista Chapingo serie Horticultura. México Vol. XIII. Núm. 2. pp. 195-192.
- Rodríguez, R.; Bustamante, J.; Bravo, E.; Jiménez, J. L. y López, P. 2006. Evaluación de la rentabilidad de la producción de jitomate en condiciones de bioespacio en Oaxaca. INIFAP Campo experimental Valles Centrales de Oaxaca. Etlá, Oaxaca, México. pp. 25-28
- Rojas, M. 1982. Fisiología vegetal aplicada. Segunda edición. Edit. McGRAW-HILL. México D. F. pp.- 108-118
- Sade, A. 2001. "Invernaderos para diversos climas, estructuras utilizadas para programar y proteger de los elementos a los cultivos de alto valor". En Revista Agricultura de las Américas. Limburgerhof, Alemania. Año 50, No 1. Febrero.

- Sade, A. 2001. "Substratos y nutrición artificial, sistemas para establecer cosechas sin emplear suelo en los invernaderos". Revista Agricultura de las Américas. Limburgerhof, Alemania. Año 50, No 4. Agosto. pp. 24-31
- SAGARPA. 2004. Cultivos orgánicos y no tradicionales permiten exportaciones por alrededor de 140 millones de dólares.(En línea)(México). <http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/boletines/2004/enero/B003.pdf> (Consulta 31/08/07)
- SAGARPA. 2005. PC-020-2005 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en tomate. BANCOMEX. ASERCA.
- SAGARPA. 2007. Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP). SAGARPA. (En línea) (México).<http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/toma090606.pdf> (Consulta 31/08/07)
- Sánchez, F. y Escalante, E. R. 2001. Hidroponía principios y métodos de cultivos. Tercera edición. U. A. Chapingo. Chapingo, México. pp. 119-151
- San Juan, J. 2005. Fertilización orgánica en tomate bajo condicione de invernadero. Tesis de licenciatura. UAA Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. pp. 57-65
- Santos, T. 2001. El papel de los abonos orgánicos en la productividad de los suelos. Memoria V Curso Internacional Lombricultura y Agricultura Sustentable. Septiembre. 2001. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco. pp. 18
- Santibáñez, E. 1992. La comarca Lagunera, ensayo monográfico. Tipográfica Reza S. A. Torreón, Coahuila, México. pp. 14
- Serrano, Z. 2002. Construcción de invernaderos. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda edición. Barcelona, España. pp. 31-39
- Torres, C. X. (coord.). 2002. Manual agropecuario Tecnologías orgánicas de la granja autosuficiente. Ibalpe Internacional de Ediciones. Bogotá, Colombia. pp. 717 y 718
- Trueba, S. 1996. "Fertilizantes orgánicos y compostas". Coloquio sobre Agricultura Orgánica: Una opción sustentable para el agro mexicano. La agricultura del siglo XXI. U. A. Chapingo, Chapingo, México..
- Valenzuela, C. 2005. Elaboración de compostas a partir de residuos orgánicos. INIFAP, Campo Experimental Costa de Ensenada. Baja California, México. pp. 1-16
- Wayne, W. D. 1995. Estadística con aplicaciones a las ciencias y a la educación. Edit. McGRAW-HILL. México, D. F. pp. 257-267 y 316-319

APENDICE

Cuadro. A-1 Análisis de varianza para la variable rendimiento con arreglo combinatorio bifactorial, para determinar la significancia entre tipos de fertilizaciones (A), genotipos (B) y la interacción entre ambos (A x B). CELALA-INIFAP. 2007

F V	gl	S C	C M	F C	P	
					0.05	0.01
Tratamientos	8	221494.18	27686.77	3.87		
Fertilización (A)	2	216445.53	108222.76	**15.14	3.47	5.78
Genotipos (B)	2	3053.38	1526.69	0.21	3.47	5.78
Fert. x Geno (A x B)	4	1995.25	498.81	0.06	2.84	4.37
Error Experimental	21	150067.20	7146.05			
Totales	29	371561.38				

** Diferencia altamente significativa para las distintos tipos de fertilización.

Cuadro A-2 Análisis de varianza para la variable Peso de Fruto entre diferentes fertilizaciones, entre genotipos y su interacción en tomate, evaluados bajo condiciones orgánicas de invernadero. CELALA-INIFAP, 2007.

FV	gl	SC	CM	FC	P > F
Fertilización	2	347203.97	173601.99	4.00	0.0203
Genotipos	2	6179.64	3089.82	0.07	0.9313
Fert. x Genotipos	4	202909.57	50727.39	1.17	0.3269

Cuadro A-3 Análisis de varianza para la variable Diámetro Polar entre diferentes fertilizaciones, entre genotipos y su interacción en tomate, evaluados bajo condiciones orgánicas de invernadero. CELALA-INIFAP, 2007.

FV	gl	SC	CM	FC	P > F
Fertilización	2	61.71	30.86	2.96	0.0551
Genotipos	2	1.59	0.80	0.08	0.9264
Fert. x Genotipos	4	19.62	4.90	1.47	0.7579

Cuadro A-4 Análisis de varianza para la variable Diámetro Ecuatorial entre diferentes fertilizaciones, entre genotipos y su interacción en tomate, evaluados bajo condiciones orgánicas de invernadero. CELALA-INIFAP, 2007.

F. V.	gl	SC	CM	FC	P > F
Fertilización	2	122.08	61.04	44.56	0.0001
Genotipos	2	51.79	25.90	18.90	0.0001
Fert. x Genotipos	4	8.89	2.22	1.62	0.1718

Cuadro A-5 Análisis de varianza para la variable Sólidos Solubles entre diferentes fertilizaciones, entre genotipos y su interacción en tomate, evaluados bajo condiciones orgánicas de invernadero. CELALA-INIFAP, 2007.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P > F
Fertilización	2	497.36	248.68	168.15	0.0001
Genotipos	2	23.93	11.96	8.09	0.0005
Fert. x Genotipos	4	8.38	2.09	1.42	0.2310

Cuadro A-6 Resultados de los análisis practicados a la Composta, Té de composta y Agua utilizados. CELALA-INIFAP. 2007.

Fertilidad	Composta	Té de composta	AGUA
pH (disolución 1:1)	9.24 FA	8.15 MA	7.01
Materia orgánica (M. O.) %	47.02 A	0.51 P	
Nitratos de Nitrógeno (N-NO ₃) ppm	26.31 M	24.26 M	27.06
Fósforo disponible (P) ppm	49.67 A	21.63 M	
Carbonatos Totales (C. T.) %	21.00 A	4.90 B	
Potasio (K) ppm	408.0 A	402.0 A	
Hierro (Fe) ppm	8.78	4.04	0.02
Cobre (Cu) ppm	2.86	0.32	0.01
Zinc (Zn) ppm	4.30	0.10	N. D.
Manganeso (Mn) ppm	5.76	0.73	N. D.
SALINIDAD: (En extracto de Saturación)			
Ph	9.37 FA	7.94 FA	
Conductividad Eléctrica (mScm ⁻¹)	8.45 FS	9.82 FS	
Cationes Solubles: Calcio meq.L ⁻¹	30.62	50.13	5.43
Magnesio meq.L ⁻¹	1.60	2.64	0.72
Sodio meq.L ⁻¹	49.59	42.98	3.21
Potasio meq.L ⁻¹	2.14	2.01	0.01
Suma de Cationes Solubles meq.L⁻¹	83.95	97.76	
Aniones Solubles: Carbonatos meq.L ⁻¹	1.38	0	
Bicarbonatos meq.L ⁻¹	16.0	9.01	4.01
Cloruros meq.L ⁻¹	43.83	69.74	2.30
Sulfatos meq.L ⁻¹	23.81	20.13	2.61
Suma de Aniones Solubles meq.L⁻¹	85.02	98.88	
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	12.36	8.37	
Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI)	14.50	9.98	
Nitrógeno Total (%)		0.06	
Fósforo Total (%)		0.02	
Potasio Total (%)		0.03	
RAS ajustado			4.11 (meqL ⁻¹) ^{1/2}
Clasificación			C ₃ S ₁ ¹
Dureza Total			307.5 mg.L ⁻¹
Alcalinidad Total			200.5 mg.L ⁻¹
Sólidos Totales			870.0 mg.L ⁻¹

Fuente. Cooperativa Agropecuaria (25/11/06)

Cuadro A-7 Análisis de varianza para la variable Número de Lóculos entre diferentes fertilizaciones, entre genotipos y su interacción en tomate, evaluados bajo condiciones orgánicas de invernadero. CELALA-INIFAP, 2007.

FV	gl	SC	CM	FC	P > F
Fertilización	2	68.16	34.08	10.48	0.0001
Genotipos	2	319.48	159.74	49.14	0.0001
Fert. x Genotipos	4	81.21	20.30	6.25	0.0001

Cuadro A-8. Clasificación de tomate bola de acuerdo al tamaño. CELALA-INIFAP. 2007.

Tamaño	Diámetro (mm)	
	Mínimo (a)	Máximo (b)
Chico	54	58
Mediano	57	64
Grande	63	71
Extra grande	70	84
Máximo Extra grande	83	90

(a) Cuando el tomate en posición vertical, no puede pasar por una abertura circular del diámetro polar. (b) Cuando el tomate en cualquier posición, puede pasar por un abertura circular del diámetro polar.

Fuente. SAGARPA (2005)

Cuadro A-9. Aportación nutrimental de cada sistema de fertilización (unidades de cada elemento) para los tres principales elementos (N, P, K) por hectárea de producción. CELALA-INIFAP. 2007

	Té de Compost		Fertilización Orgánica	
	Compost (sustrato)	Té de compost	Primera etapa	Segunda etapa
N	9.74	72.23	98.51	746.77
P	18.4	73.28	26.87	203.66
K	151.11	1171	98.51	746.77

Cuadro A-10. Necesidades de cada ingrediente para la solución nutritiva de cada tipo de fertilización para producir una hectárea. CELALA-INIFAP. 2007.

	Té de Composta		Fertilización Orgánica	
	Compost (sustrato)	Té de compost	Primera etapa	Segunda etapa
Biomix N (L)	---	406.00	328.41	2160.89
Biomix K (L)	---	203.00	597.04	3928.88
Bioquel Fe (Kg)	---	---	---	101
Composta (t)	370.37	84.57	---	---
Azúcar (Kg)	---	1354.00	---	---

Cuadro A-11. Costos estimados de la fertilización orgánica para producir una hectárea de tomate bola con un rendimiento promedio de 185.42 t.ha⁻¹. CELALA-INIFAP. 2007.

Concepto	Coeficiente	Precio (\$)	Total (\$)
Arena (t)	740.74	35.00	25,925.90
Biomix N (L)	2490.00	40.00	99,600.00
Biomix K (L)	4526.00	40.00	181,040.00
Bioquel Fe (Kg)	101.00	240.00 ¹	24,240.00
Total			330,805.90

¹Precio en dólares, 24 dólares por Kg de producto.

Cuadro A-12 Costos estimados para la fertilización de una hectárea con Té de compost con un rendimiento promedio de 114.27 ton ha⁻¹. CELALA-INIFAP. 2007

Concepto	Coeficiente	Precio (\$)	Total (\$)
Arena (t)	370.37	35.00	12,962.95
Composta (t)	455.00	400.00	182,000.00
Biomix N (L)	406.00	40.00	16,240.00
Biomix K (L)	203.00	40.00	8,120.00
Azúcar (Kg)	1354.00	5.60 ²	7,583
			226,905.95

² =Precio por bulto de 50 Kg (07/11/07)

Cuadro A-13. Relación Costo-Beneficio de los sistemas de fertilización orgánicos. CELALA-INIFAP. 2007.

Fertilización	Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Costos (\$)	\$ / Ton Producida	Ingresos (\$)	Utilidad ¹ (\$)
Té de compost	114.27	226,906.00	1,985.70	914,160.00	687,254.00
Orgánica	185.42	330,806.00	1,784.09	1,483,360.00	1,152,554.00

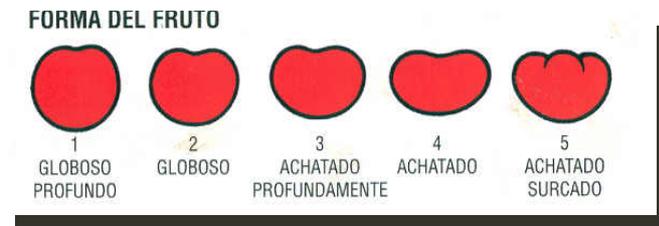
¹Nota. Solo se considera la fertilización como costos de producción y no todos los factores.



Figura A-1. Características del invernadero. CELALA-INIFAP. 2007

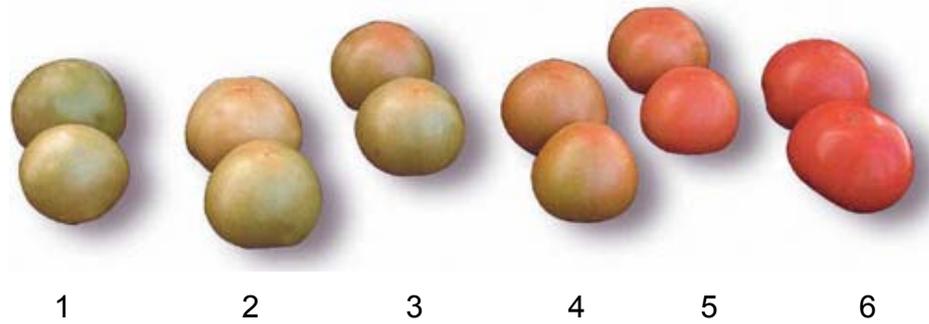


Figura A-2. Preparación del Té de compost. CELALA-INIFAP. 2007



Fuente: Hazera, 1999

Figura A-3. Formas posibles de fruto de tomate. CELALA-INIFAP. 2007

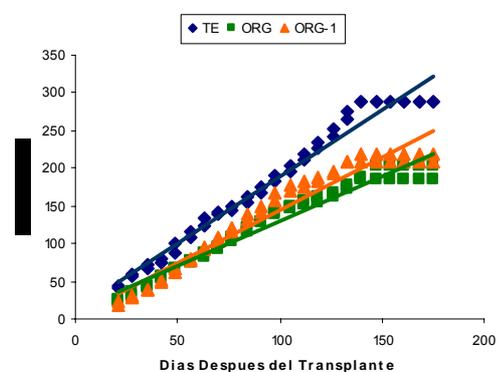
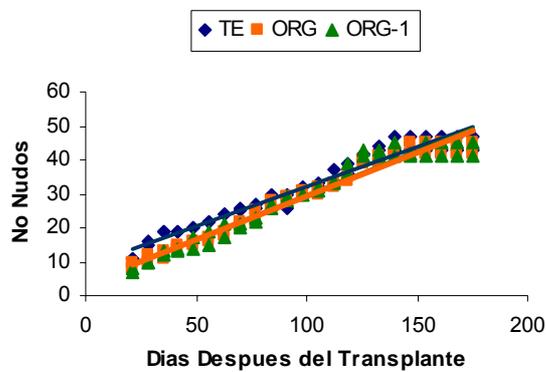


1, Verde maduro; 2, Inicio de color; 3, Pintón; 4, Rosado; 5, Rojo pálido y 6, Rojo. (López, 2003).

Figura A-4. Grados de madurez del fruto de tomate. CELALA-INIFAP. 2007

Líneas de tendencia central que mostraron mejores resultados en cuanto a números de nudos de los tratamientos para cada genotipo evaluado.

Líneas de los tratamientos que mostraron mejores resultados en cuanto a altura de planta para cada genotipo.



TE, Gironda con fertilización de te de composta; ORG, Caimán con fertilización orgánica; ORG-1, Imperial con fertilización orgánica.

TE, Gironda fertilizado con te de de composta; ORG, Caimán con fertilización orgánica; ORG-1, Imperial con fertilización orgánica

Figura A-5. Gráficos y línea de tendencia central para las variables de número de nudos y altura de planta de los tratamientos que presentaron mejores resultados según sus respectivas ecuaciones de regresión. CELALA-INIFAP. 2007.

