

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS**



**PRODUCCION DE TOMATE CON TE DE COMPOSTA  
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

**Por**

**SAUL ANZURES MENDOZA**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRONOMO**

Torreón, Coahuila, México

Diciembre del 2007

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**PRODUCCIÓN DE TOMATE CON TÉ DE COMPOSTA BAJO  
CONDICIONES DE INVERNADERO**

**Por**

**SAÚL ANZÚRES MENDOZA**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

00852

DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE TOMATE CON TÉ DE COMPOSTA BAJO  
CONDICIONES DE INVERNADERO

TESIS DE:

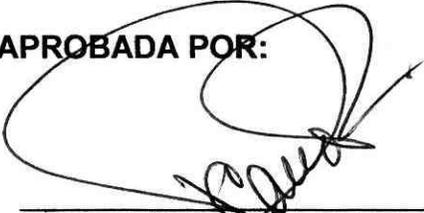
SAÚL ANZÚRES MENDOZA

QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL COMITÉ DE ASESORES,  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

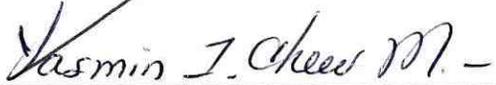
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

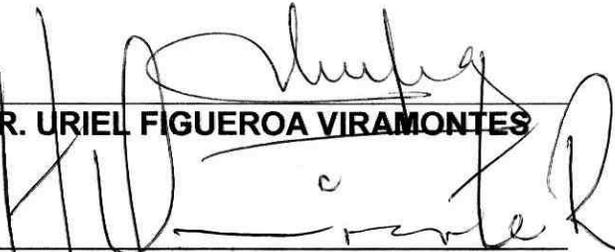
Asesor principal:

  
DR. PEDRO CANO RIOS

Asesor:

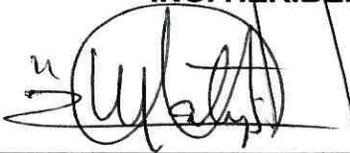
  
M.C. YAZMIN CHEW MADINA VEITIA

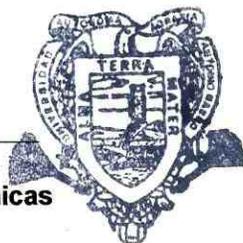
Asesor:

  
DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES

Asesor:

  
ING. HERIBERTO QUIRARTE RAMIREZ

  
M.E. VÍCTOR MARTINEZ CUETO  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



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

**DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**PRODUCCIÓN DE TOMATE CON TÉ DE COMPOSTA BAJO  
CONDICIONES DE INVERNADERO**

**TESIS DE**

**SAÚL ANZÚRES MENDOZA**

**QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR,  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**JURADO EXAMINADOR**

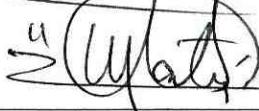
**Presidente:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. PEDRO CANO RIOS**

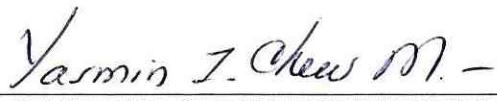
**Vocal:**

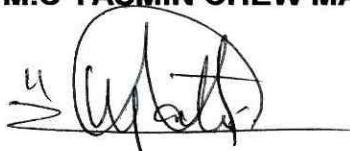
  
\_\_\_\_\_  
**DR. ALEJANDRO MORENO RESENDEZ**

**Vocal:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.E. VÍCTOR MARTINEZ CUETO**

**Vocal suplente:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. YASMIN CHEW MADINAVEITIA**

  
\_\_\_\_\_  
**M.E. VÍCTOR MARTINEZ CUETO.**  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



## AGRADECIMIENTOS

A mi Universidad mi "Alma Terra Mater", por abrirme sus puertas para poder comenzar un nuevo reto en mi vida, ahora que tengo el gran privilegio de terminar, me siento digno y orgulloso de decir soy y seré buitre por siempre, gracias mi querida Universidad por todo lo maravilloso que recibí de ti.

Al Ph. Dr. Pedro Cano Ríos por permitirme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo en el presente proyecto y por su incondicional apoyo y amistad.

A mis compañeros que mas que amigos de generación fueron como mis hermanos, al formar parte de una gran familia universitaria y poder así compartir con ellos buenas experiencias y demostrarnos que podíamos estar juntos siempre e indispensablemente en los momentos mas difíciles (Araceli, René, Max, Fabián, Agustín, Javier, Jorge, Beto, Juan, Efrén, Fredy, Ricardo, Silverio, Samuel, May, Ezequiel R y P, Ariana, Tóala, Erick, Mari, Ramón y Faustino.

A esos maestros que aparte de brindarme sus conocimientos y apoyo me brindaron una mano amiga de la cual podía confiar Dr. Pedro Cano, Dr. Alejandro Moreno, Prof. Oscar Ojeda, Dr. Emiliano del Río, Dr. Agustín Cabral, Dr. Armando Espinoza, ing. Heriberto Quitarte, M.C. Rafael Cisneros, Martha Vianey e ing. Víctor Martínez.

## DEDICATORIA

### **A Dios.**

Por darme un gran privilegio que es la VIDA y nunca dejarme solo, por guiar mi camino y siempre enseñarme la luz de sus pasos y llevarme de la mano siempre a su lado, por todo el amor y por todas las fuerzas que siempre me ha dado, GRACIAS SEÑOR.

### **A Mis Padres.**

#### **Carlota Mendoza Canizal y Sabino Ruzúres Rivas**

Principalmente por brindarme la vida y por darme la oportunidad de tener una carrera. Por que supieron guiar mi camino y enseñarme las cosas buenas de la vida y por que nunca han soltado mi mano y siempre se preocupan por mi, por todo lo que han hecho por mi y de mi, mil gracias y quiero que sepan que los amo y adoro muchísimo.

### **A mis hermanas.**

*Rosalba, Liliána, Sandra, Rebeca y Karen.*

Por que con todo su cariño y apoyo han hecho que nunca caiga y siempre este luchando por las cosas que quiero, por que siempre han sabido darme

ese apoyo que he necesitado y por regalarme tantos y tantos momentos de felicidad en mi vida, por eso y más solo les puedo decir que.....LAS AMO.

**A mis sobrinos (as).**

*Jose Enrique, Diana, Lizbeth Yeraldi, Luis Aldair, Fany, Cesar Daniel, Kenia, Dani y Cristian Yariel.*

Por compartir con migo tanta ternura y con ese carisma de bebes regalarme tantos momentos de felicidad.

A tres personas que perdí físicamente pero que siempre llevare en mi corazón y en mis recuerdos; a ustedes con todo mi cariño y respeto:

*Candelaria Rivas, Felipe Padilla, Edgar de Jesús Terrazas.*

A mi abuelita Flora Canizal y a todos mis tíos (as) al igual como a todos mis primos que siempre me han demostrado un gran cariño.

A ustedes que siempre han sido como mis hermanos, Miguel, Omar Efraín y Jorge, gracias por brindarme una mano amiga siempre que la he necesitado y sobre todo gracias por su grata compañía.

A esas personas que siempre supieron y saben estar con migo cuando mas los necesito, a ti: Adriana, Esther, René, Mónica, Bety, Jenny, Lety, Ivonne, Sonia y Marcelo.

## CONTENIDO

	página
AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	II
CONTENIDO.....	IV
ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	XI
I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
1.3 Metas.....	3
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Generalidades del Cultivo del Tomate.....	4
2.1.1 Origen.....	4
2.1.2 Valor nutritivo.....	5
2.1.3 Clasificación taxonómica.....	5
2.1.4 Descripción botánica.....	6
2.2 Planta.....	6
2.2.1.1 Indeterminadas.....	7
2.2.1.2 Determinadas.....	7
2.2.2 Raíz.....	7
2.2.3 Tallo.....	8
2.2.4 Hoja.....	9
2.2.5 Flor.....	9

2.2.6 Fruto.....	10
2.2.7 Semilla.....	11
2.3 Importancia de los genotipos.....	11
2.3.1 Elección del genotipo.....	12
2.3.1.1 Saladette.....	13
2.3.1.2 Bola.....	13
2.4 Invernaderos.....	13
2.4.1 Generalidades de los invernaderos.....	13
2.4.1.1 Ventajas del invernadero.....	14
2.4.1.2 Desventajas.....	15
2.4.2 Exigencias de clima.....	15
2.4.3 Temperatura.....	15
2.4.4 Humedad atmosférica.....	17
2.4.5 Luminosidad.....	18
2.4.6 Radiación en invernadero.....	18
2.4.6.1 La radiación en el cultivo del tomate.....	19
2.4.7 Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).....	19
2.5 Sustratos .....	20
2.5.1 Propiedades de los sustratos.....	20
2.5.1.1 Propiedades mecánicas.....	20
2.5.1.2 Características físicas.....	21
2.5.1.3 Propiedades Químicas.....	21
2.5.1.4 Propiedades Biológicas.....	21
2.5.2 Clasificación de sustratos.....	21
2.5.2.1 Sustratos orgánicos.....	22

2.5.2.2 Sustratos inorgánicos o inertes.....	23
2.6 Producción orgánica.....	24
2.6.1 Importancia de la agricultura orgánica.....	24
2.6.2 Ventajas de la agricultura orgánica.....	25
2.6.3 La agricultura orgánica en el Mundo .....	26
2.6.4 Agricultura orgánica en México .....	27
2.6.5 La calidad de los productos orgánicos.....	28
2.7 Abonos orgánicos.....	29
2.7.1 Empleo de yeso en la agricultura.....	29
2.7.2 Yeso como fertilizante.....	30
2.8 Usos y beneficios del compost.....	30
2.9 Lombricomposteo.....	31
2.10 Té de compost.....	33
2.10.1 Contenido del té de compost.....	34
2.10.2 Ventajas del té de compost.....	34
2.11 Fertirriego.....	35
2.12 Nutrición.....	36
2.12.1 Concepto de nutrición.....	36
2.12.2 Solución nutritiva.....	37
2.13 Labores culturales.....	38
2.13.1 Poda.....	38
2.13.2 Tutorio.....	39
2.13.3 Polinización.....	39
2.13.4 Bajado de plantas.....	40
2.14 Control de plagas .....	41

2.14.1 Control biológico.....	42
2.14.2 Control etológico.....	43
2.14.3 Control cultural.....	43
2.14.4 Control autocida.....	44
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
3.1 Localización de la Comarca Lagunera.....	45
3.2 Localización del sitio experimental.....	45
3.3 Clima.....	45
3.4 Condiciones del invernadero.....	46
3.5 Material compost.....	47
3.6 Material vegetal.....	49
3.7 Diseño experimental.....	49
3.8 Llenado de masetas .....	49
3.9 Siembra y trasplante.....	50
3.10 Nutrición.....	51
3.10.1 Fertilización Orgánica.....	51
3.10.2 Fertilización Inorgánica.....	51
3.10.3 Té compost.....	52
3.11 Labores de cultivo.....	53
3.11.1 Poda.....	53
3.11.2 Tutorio.....	53
3.11.3 Polinización.....	54
3.12 Control de plagas y enfermedades.....	54
3.13 Cosecha.....	55
3.14 Variables evaluadas.....	56

3.15 Análisis estadístico.....	56
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	57
4.1 Altura de planta.....	57
4.2 Número de nudos.....	58
4.3 Floración.....	59
4.4 Calidad del fruto.....	62
4.4.1 Peso promedio del fruto.....	62
4.4.2 Diámetro polar.....	62
4.4.3 Diámetro ecuatorial.....	63
4.4.4 Sólidos solubles (°Brix).....	64
4.4.5 Espesor de pulpa.....	65
4.4.6 Número de loculos.....	66
4.4.7 Color, forma y hombros del fruto.....	67
4.5 Rendimiento total.....	60
V CONCLUSIONES.....	70
VI RESUMEN.....	72
VII LITERATURA CITADA.....	74
VIII APÉNDICE.....	80

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
2.1	Composición nutritiva del fruto del tomate.....	5
3.1	Composición del análisis químico de las compost utilizadas en la producción de tomate con té de compost bajo                    invernadero                    CELALA-INIFAP, 2007.....	48
3.2	Fertilización orgánica aplicada en las diferentes etapas de desarrollo de la planta.....	51
3.3	Fertilización inorgánica en las diferentes etapas de desarrollo de la planta .....	52
3.4	Productos utilizados para el control de plagas y enfermedades en la producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero CELALA-INIFAP, 2007.....	55
4.1	Ecuaciones de regresión para la variable altura de plantas evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno, CELALA - INIFAP, 2007.....	58
4.2	Ecuaciones de regresión para la variable número nudos de plantas evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno, CELALA - INIFAP, 2007.....	59
4.3	Ecuaciones de regresión para la variable inicio de floración evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del, CELALA - INIFAP, 2007.....	60
4.4	Ecuaciones de regresión para la variable fin floración evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno, CELALA - INIFAP, 2007.....	61

4.5	Variable calidad del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno, CELALA - INIFAP, 2007.	64
4.6	Variable calidad del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno, CELALA - INIFAP, 2007.	67
4.7	Variable calidad del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno, CELALA - INIFAP, 2007.	68
4.8	Variable rendimiento total del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno, CELALA - INIFAP, 2007.	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
3.1	Características del invernadero.....	47
3.2	Material de compost utilizado.....	47
3.3	Llenado de macetas.....	50
3.4	Siembra y trasplante.....	50
3.5	Tutoreo de plantas.....	53
3.6	Polinización mecánica de la flor.....	54
3.7	Cosecha y pesado del fruto.....	55
3.8	Grados de madurez del fruto de tomate: 1, Verde maduro; 2, Inicio de color; 3, Pintón; 4, Rosado; 5, Rojo pálido y 6, Rojo.....	56
3.9	Formato para evaluar forma del fruto en tomate bola....	56

## ÍNDICE DE APENDICE

Cuadro		Página
A.1	Análisis de varianza para la variable peso promedio del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno de, CELALA - INIFAP, 2007.....	62 y 80
A.2	Análisis de varianza para la variable diámetro polar del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno, CELALA - INIFAP, 2007.....	63 y 80
A.3	Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno, CELALA - INIFAP, 2007.....	64 y 80
A.4	Análisis de varianza para la variable sólidos solubles del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno, CELALA - INIFAP, 2007.....	65 y 81
A.5	Análisis de varianza para la variable espesor de pulpa del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno, CELALA - INIFAP, 2007.....	66 y 81
A.6	Análisis de varianza para la variable número de loculos del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno, CELALA - INIFAP, 2007.....	66 y 81
A.7	Análisis de varianza para la variable rendimiento del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno, CELALA - INIFAP, 2007.....	69 y 82
A.8	Altura total de la planta evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno, CELALA - INIFAP, 2007.....	82
A.9	Numero de nudos a los 50 y 100 DDT de la planta evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno, CELALA - INIFAP, 2007.....	82

## I INTRODUCCIÓN

Como consecuencia del aumento de la población mundial existe la necesidad de crear alternativas que sean más eficientes en la producción de hortalizas por unidad de superficie, como es el caso del tomate, siendo mayor su demanda que la producción, ya que se encuentra limitada por las condiciones ambientales adversas y el ataque de organismos dañinos, obteniéndose cosechas pobres y de baja calidad, por lo que no permite abastecer la demanda del mercado y por tal razón se tiene el incremento en el precio del producto. Una alternativa para combatir esta problemática, es producir bajo sistemas controlados (invernaderos), mediante un adecuado manejo de la fertilización, calefacción y luminosidad del mismo (Gomez *et al.*, 2003).

La tendencia en la actualidad es la producción de tomate en sistemas protegidos, que según Castellanos (2003) dichas estructuras pretenden mejorar las condiciones ambientales para aumentar la bioproductividad, presentando rendimientos de 300 a 500 Ton.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, en función de la tecnificación del invernadero, el cual garantiza que el producto cumpla con los estándares de calidad e inocuidad que el mercado exige. Según Muñoz (2003) se debe tomar en cuenta que uno de los principales problemas que tienen los invernaderos, es la presencia de plagas y enfermedades, así como la fertilización. Dadson *et al.*, (2002) menciona que de no realizarse un efectivo control de plagas y enfermedades, estas pueden llegar al exterminio total del cultivo, por tal motivo los productos de control se apliquen como preventivos y no como curativos.

Según el punto de vista de Cano *et al* (2002) el fruto fresco de tomate se puede encontrar hoy día en los grandes mercados consumidores durante todas las épocas del año y cada vez satisfaciendo mejor a la exigencia del consumidor.

La tecnología de producción de tomate y muchos otros productos, es muy variada. En los últimos años producir en estas condiciones a tenido un incremento muy importante y esto se hace con el fin de obtener rendimientos mayores y productos de mayor calidad San Juan (2005).

Al consumidor le importa tener en su mesa productos de buena calidad y lo menos contaminados posible, y si son de origen orgánico mucho mejor, sin importarle pagar un precio adicional por este tipo de productos (Marquez y Cano 2006).

La producción orgánica en los últimos años ha mostrado un notable crecimiento en la producción y el consumo a nivel mundial, especialmente en los países desarrollados, por lo cual se ha generado un creciente interés en los productores por ingresar a esta modalidad y para que un producto se maneje como orgánico, debe ser certificado (Gómez *et al.*, 1999).

En este sistema de producción se utilizan productos naturales para la fertilización de los cultivos (Lamas *et al.*, 2003). El té de compost es un extracto líquido que contiene nutrimentos solubles y microorganismos benéficos para las plantas; se ha utilizado con la finalidad de inocular la vida microbiana del suelo o del follaje de plantas, además de aportar elementos nutritivos a los cultivos y a los microorganismos del suelo.

## **1.1 Objetivos**

Determinar la diferencia de rendimiento y desarrollo de la planta de tomate en diferentes sustratos bajo invernadero.

Evaluar el comportamiento de un híbrido de tomate en dos diferentes sustratos y con diferente fertilización bajo invernadero.

## **1.2 Hipótesis**

1) Los sustratos y modos de fertilización permiten obtener el mejor crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo de tomate.

2) Es posible obtener altos rendimientos con excelente calidad del fruto con la aplicación del té de composta y otras fertilizaciones en diferentes sustratos.

## **1.3 Metas**

Observar en esta investigación el comportamiento cualitativo y cuantitativo que expresa la aplicación de té de composta en diferentes sustratos, para posteriormente dar una recomendación respecto a si es aceptable el utilizar este tipo de fertilización y bajo que sustrato se maneja mejor en condiciones de invernadero.

## II REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del cultivo

#### 2.1.1 Origen

La palabra tomate proviene del dialecto Náhuatl "tomatl". El tomate es originario de la región Andina, Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú, existiendo en esta zona la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres. A México se le ha considerado como el centro más importante de domesticación de este cultivo (Namensy, 2004).

El tomate de los Aztecas era de una forma *Physalis*, y a una especie de *Lycopersicon*, probablemente ceraciforme, bilocular, le llamaron "jitomate", la cual se transformó en multilocular. Cuando se descubrió América ya se usaba ampliamente el jitomate en México y en muchas regiones de centro y Sudamérica; actualmente solo se usa este término en México (Casseres, 1984).

Hay muchas especies de tomate superpuestas, pero no se han encontrado pruebas de introgresión natural con la excepción de *L. pinpinellifolium* y *L. esculentum* var. Ceraciforme, el unico *Lycopersicon* silvestre en forma de maleza que se encuentra fuera del área de distribución dentro del género del tomate. (Esquinas y Nuez 2001).

### 2.1.2 Valor nutritivo

Según Namensy (2004) el perfil nutricional del tomate se basa en una combinación equilibrada de antioxidantes (vitamina C, carotenoides y flavonoides), minerales (alto nivel de potasio y zinc), un alto contenido de ácido fólico y un bajo nivel de grasas. Sin embargo, la cualidad mas importante es el poder antioxidante, ya que posee licopeno, que junto con las vitaminas y minerales, reduce el riesgo de contraer cáncer.

**Cuadro 2.1.** Composición nutritiva del fruto del tomate, Chamarro (1995).

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

### 2.1.3 Clasificación taxonómica

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

Reino----- Vegetal  
División----- Espermatofita  
Subdivisión----- Angiospermas  
Clase----- Dicotiledóneas

Orden-----Solanaseae (Personatae)  
Familia----- Solanácea  
Subfamilia----- Solanoideae  
Tribu----- Solaneae  
Genero----- *Lycopersicon*  
Especie----- *esculentum*, Mill.

#### 2.1.4 Descripción botánica

Las principales características morfológicas de la planta de tomate se describen como a continuación se indica:

#### 2.2 Planta

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual o bianual. La planta puede desarrollarse de forma rastrera, semí-erecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitadas en las variedades indeterminadas. La planta se desarrolla bien en un amplio rango de latitudes, tipos de suelo, temperaturas y métodos de cultivo y es moderadamente tolerante a la salinidad, prefiere ambientes cálidos con buena iluminación y buen drenaje (Nuez,. 1995).

### **2.2.1.1 Indeterminadas**

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

### **2.2.1.2 Determinadas**

Las plantas tienen un crecimiento limitado, puede extenderse 2 m; los segmentos del eje principal soportan un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, el sistema de ramificación lateral experimenta un crecimiento limitado dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular (Chamorro, 1999).

### **2.2.2 Raíz**

La función de la raíz es la absorción y transporte de elementos nutritivos, así como el anclaje de la planta al suelo. El sistema radicular está constituido por una raíz principal, raíces secundarias y raíces adventicias (Namensy, 2004). La raíz del tomate en los primeros 20 cm de la capa del suelo se encuentra el 70% de la biomasa radicular.

Las raíces de cultivos en sustratos, prácticamente carecen de raíces absorbentes y las raíces tienden a ser más gruesas y gran parte de éstas se encuentran en torno a la salida del emisor y en la parte baja de los contenedores (Castellanos y Muñoz 2003).

Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera a dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en absorber agua y nutrimentos, cortex y cilíndrico central, donde se sitúa el xilema (Chamarro, 2001).

### **2.2.3 Tallo**

El tallo típico de tomate tiene 2 a 4 cm de longitud en la base, su principal función es el desarrollo de hojas flores y frutos; así como el transporte de los nutrimentos necesarios para las funciones de la planta. El tallo esta cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis.

En la parte superior del tallo principal está ubicado el meristemo apical, una zona donde hay una gran actividad celular y donde se inician los primordios foliares y florales (Namensy, 2004, Nuez, 1995).

Los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en las plantas maduras, alcanzan alturas de 0.40 a 2.0 m, presentando un crecimiento simpódico, el tallo del tomate es inicialmente erecto, pero al crecer, y debido a su poca consistencia, queda rastrero, siendo necesario su manejo con tutores cuando se cultiva en invernadero (Valadéz, 1990).

#### **2.2.4 Hoja**

La iniciación de las hojas se produce a intervalos de 2 – 3 días, en función de las condiciones ambientales. La producción de hojas y de primordios foliares aumenta con la irradiación diaria y con la temperatura. La velocidad de iniciación de hojas no resulta afectada por la irradiación diaria durante el verano, pero si en el invierno (Nuez, 1995).

Las hojas de tomate son pinnado compuestas. Tienen un foliolo terminal y hasta ocho folíolos laterales, que pueden a su vez ser compuestos. Una hoja típica de las plantas cultivadas tiene unos 0.5 m de longitud y un poco menos de ancho (Namensy, 2004).

Los folíolos son: peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambos sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un gran número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (Chamarro, 2001).

#### **2.2.5 Flor**

La flor del tomate es perfecta, regular e hipogina consta de cinco o más sépalos, de cinco o mas pétalos dispuestos de forma helicoidal, de un numero

igual de estambres que se alternan en los pétalos y de un ovario bi o plurilocular (Namensy, 2004).

La diferenciación floral y el desarrollo de las mismas constituyen las etapas previas a la fructificación. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (Namensy, 2004).

El racimo floral o inflorescencia esta compuesto de varios ejes, cada uno de los cuales tiene una flor de color amarillo brillante. La inflorescencia se forma a partir del 6° o 7° nudo en plantas de hábito determinado y posteriormente los racimos florales nacen cada 1 o 2 hojas, en las plantas de hábito indeterminado la primera inflorescencia aparece a partir del 7° ó 10° nudo y después cada 3 a 4 van apareciendo las inflorescencias (Valadéz, 1990).

Para llevar acabo la polinización de flor de tomate dentro de los invernaderos, comúnmente se utilizan abejorros del genero *Bombus* sp., vibradores, turbinas de aire o bien, hormonas que estimules la polinización o sean el sustituto del polen (Muñoz, 2003).

### **2.2.6 Fruto**

El tomate es una baya globosa o periforme que presenta una coloración generalmente roja en su madurez, aunque algunas variedades pueden presentar otros colores, como amarillo o violeta entre otros.

El fruto, puede ser bi o plurilocular, se desarrolla a partir de un ovario de unos 5 – 10 mg y alcanza un peso de 5 a 500 g, en función de la variedad y las condiciones de desarrollo (Nuez, 2001).

El espesor de la piel aumenta en la primera fase del desarrollo del fruto, adelgazando y estirándose al acercarse la maduración; por ello en algunos frutos se producen grietas (Rodríguez *et al.*, 1997).

### **2.2.7 Semilla**

La semilla del tomate tiene una forma lenticular con dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testá o cubierta seminal. El embrión cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, esta 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 esta constituida por un tejido duro e impenetrable (Nuez, 2001).

### **2.3 Importancia de los genotipos**

La elección de la variedad de tomate 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. En México no existen programas de fitomejoramiento que estén generando variedades apropiadas para este tipo de producción, por tal razón,

solo se tienen que hacer constantes evaluaciones de los materiales que comercializan las empresas mas importantes del mundo, como **Peto Seed, Vilmorin, United Genetic, Hasera, Caloro, Sakata, US Agriseeds**, entre otras, esto se hace para encontrar las ventajas que proporcionan las nuevas variedades (Pérez y Castro 1999).

De acuerdo con Ortega *et al.* (1999) la mayor ventaja que se obtiene al usar genotipos resistentes a las plagas, es la inducción de un nivel constante de supresión sobre cada generación de la plaga, de modo que se reducen los gastos de producción, se conservan los enemigos naturales de la plaga, se preserva el ambiente y se disminuye la tasa de desarrollo de poblaciones de insectos resistentes a los insecticidas. Sin embargo, al igual que con otras técnicas de control, no todos los problemas causados por la mosquita blanca pueden ser resueltos por la resistencia. Lo más importante es reconocer que la resistencia vegetal contra dicho aleiródido no es la panacea, pero sí debe ser considerada en el desarrollo de programas de mejoramiento de los cultivos.

### **2.3.1 Elección del genotipo**

De acuerdo con Pérez y Castro (1999), dependiendo de las características antes mencionadas y de la demanda en el mercado, en el invernadero se pueden producir plantas de crecimiento indeterminado tipo "saladette" y "bola".

Los principales criterios para la elección del genotipo que se pretende establecer, según Diez (1999), Pérez y Castro (1999) son los siguientes: a) alta

precocidad, b) características de la variedad comercial, c) vigor de la planta, c) tipo de fruto, d) resistencias a enfermedades y/o plagas, e) calidad externa e interna del fruto y f) adaptación a condiciones ambientales de estrés.

Algunos híbridos de crecimiento indeterminado más comunes en el mercado se muestran a continuación:

### **2.3.1 Saladette**

Tequila, Charanda, Reserva (Vilmorin); Sun 0289, Sun 7705 (Sunseeds); Atila, Barbarian, El Cid, Samura (Harris Moran); Hermosa (Sakata); Eterno, San Antonio (Caloro); Maguey (US Ariseeds); Palenque F1 (Enza Zaden), etc.

#### **2.3.1.2 Bola**

Boa y Cobra (Vilmorin); Gabriela y Daniela (Hasera); T-13 y Blg Steak (peto Seed); Gironda Alondra, Caiman, Badro, Imperial (Enza Zaden); Titan, Sheila F1 (Sakata); generoso (Caloro), etc.

## **2.4 Invernaderos**

### **2.4.1 Generalidades de Invernaderos**

De acuerdo con Castilla (2005) el cultivo protegido es un sistema agrícola especializado en el cual se lleva a cabo un cierto control edafoclimático alterando sus condiciones normales de habitad (suelo, temperatura, radiación solar, viento, humedad y composición atmosférica).

La diversificación productiva, tan necesaria en los tiempos actuales, indican la necesidad de mejorar los sistemas de producción de hortalizas y flores. Un invernadero es una herramienta muy útil para producirlas fuera de temporada, conseguir mayor precocidad, aumentar los rendimientos, acortar los ciclos vegetativos de las plantas, mejorar la calidad de los cultivos mediante una atmósfera interior artificial y controlada (Barrios, 2004)

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

De acuerdo con Márquez y Cano (2004) el principal problema de la producción en invernadero, una vez que se tienen las condiciones ambientales controladas, es la presencia de plagas y enfermedades así como la fertilización.

#### **2.4.1.1 Ventajas del invernadero**

Dentro de las principales ventajas, se pueden enumerar las siguientes:

- a) Producciones con alto valor añadido, b) precocidad en la producción, c) aumento en el rendimiento, d) producción fuera de época, e) ahorro de agua y fertilizantes, f) Control de plagas y enfermedades y g) posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año.

### **2.4.1.2 Con respecto a las desventajas**

Las desventajas son principalmente: a) alta inversión inicial, b) alto costo de operación y c) requiere personal ejecutivo de alto nivel de experiencia práctica para el buen funcionamiento del invernadero.

### **2.4.2 Exigencias de clima**

Las condiciones climáticas locales son determinantes del microclima generando dentro de un invernadero y de su manejo futuro, por lo que su conocimiento previo es necesario al diseñar el invernadero (Castilla., 2005).

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

Según Castilla (1999), Sade (1998) y Alpi (1999) los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero son los siguientes:

### **2.4.3 Temperatura**

El invernadero es una construcción que siempre se ha realizado con armaduras y soportes muy diversos y con materiales de recubrimiento que permiten pasar las radiaciones solares, indispensables para vida de las plantas.

La temperatura ejerce mucha influencia sobre el crecimiento y el metabolismo de la planta, y no hay tejido o proceso fisiológico que no este influenciado. La temperatura óptima de desarrollo del cultivo de tomate, oscila entre 20 y 30 °C durante el día y entre 13 y 16 °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.

Sade (1998) en ensayos realizados con plantas de tomate híbrido observó ciertos fenómenos en función de la temperatura bajo la cual se desarrollo la planta concluyendo que: a) a temperaturas medias diarias de 19.5 °C el tallo de la planta alcanza su desarrollo más vigoroso, b) la aparición de hojas se intensifica con temperaturas medias de 15 a 24 °C y c) las inflorescencias aparecen cuando la temperatura sube por encima de los 15 °C.

A temperaturas excesivas, más de 35 °C, las plantas de tomate, detienen su crecimiento y su floración, mientras que a temperaturas inferiores, entre 10 °C y 15 °C, originan problemas en el desarrollo y germinación. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C, la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está influenciada por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, valores cercanos a 10°C y superiores a 30° C originan tonalidades amarillentas (Sade, 1998).

La temperatura del sustrato interviene en el crecimiento y absorción de raíces, temperaturas inferiores a 14 °C se inhibe el crecimiento y entre 18 °C la absorción de fósforo disminuye en un 50 %.

Baytorun *et al.* (1999) estudiando el efecto de diferentes temperaturas nocturnas en rendimiento y calidad de plantas de tomate, en dos invernaderos de plástico, con unas temperaturas mínimas de 13 °C y 5 °C, observaron que a 13 °C se obtuvo una producción dos veces mayor que a 5 °C, con 3.717 kg.planta<sup>-1</sup> y 1.724 kg.planta<sup>-1</sup>, respectivamente y el tamaño de la fruta en las dos condiciones mostraron diferencias significativas. El rendimiento total en invernaderos que recibieron calentamiento fue 24.038 Kg.m<sup>-2</sup> y 19.047 Kg.m<sup>-2</sup>.

No obstante, los valores de temperatura descritos anteriormente son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los factores climáticos. Las temperaturas asociadas con la falta de humedad, determinan los siguientes fenómenos (Sade, 1998): a) se intensifica la transpiración, perdiendo la planta su turgencia y b) comienza por marchitarse el ápice de crecimiento y las hojas jóvenes. Los frutos maduran de forma anormal y forzada, sin alcanzar la forma, color, tamaño, peso, etc., convenientes, y disminuye la producción.

#### **2.4.4 Humedad atmosférica**

La humedad atmosférica desempeña un papel determinante en el proceso de la transpiración del agua por las hojas y sobre el potencial hídrico foliar (Alpi y Tognoni, 1999).

La humedad relativa óptima oscila entre un 70 % y un 80 % (Wittwer., 1970). El aumento de humedad puede producir cambio en el crecimiento y

desarrollo de las plantas, pero también en la incidencia de las enfermedades fúngicas y, en última instancia, en la producción (Alpi y Tognoni, 1999).

González (1991) encontró que el tomate necesita de alta cantidad de agua disponible en la fase de floración y fructificación y señala que los mejores rendimientos se obtienen cuando la planta recibe la cantidad de agua necesaria durante estas etapas provocando además un aumento en la calidad del fruto.

#### **2.4.5 Luminosidad**

Se tiene una gran relación entre la luminosidad y la duración de la luz del día, puesto que éstas, junto con el fotoperíodo, son en gran parte las que determinan el resultado de los cultivos en los invernaderos. Por otro lado, estas características, pero sobre todo la intensidad de la energía solar, son las que determinan la luminosidad de un invernadero, y ésta, a su vez, depende de los factores meteorológicos del ambiente, de las características de construcción y, sobre todo, del material de recubrimiento (Alpi y Tognoni 1999).

#### **2.4.6 Radiación en invernadero**

La radiación solar en parte es absorbida por el suelo, la planta y dentro del invernadero, siendo convertida en energía térmica e irradiada o disipada por convección, conducción y transpiración. La radiación solar dentro del invernadero es menor que en el exterior debido a la reflexión y absorción del material de cerramiento; la transmisibilidad varía a lo largo del año, al ángulo de

incidencia de los rayos y a la acumulación de polvo en la cubierta de los invernaderos (Melo, 2007).

#### **2.4.6.1 La radiación en el cultivo del tomate**

El tomate es un cultivo insensible a la duración del día, sin embargo requiere de una buena iluminación, la cual se modifica por la densidad de siembra, sistema de poda, tutorado y prácticas culturales que optimizan la recepción de los rayos solares, especialmente en épocas lluviosas cuando la radiación es más limitada (Castilla 2005). De acuerdo con Horward (1995) una iluminación limitada puede influir en forma negativa sobre los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo. La densidad de plantación, el sistema de poda y el tutorado deben optimizar la intercepción de radiación por el cultivo, especialmente en época invernal cuando la radiación es más limitante, porque la reducción implica una reducción lineal de la cosecha (Cookshull, 1988; Kinet 1977). Una radiación total diaria de  $0.85 \text{ Mj/m}^2$  es la mínima requerida para el cuajado y floración del tomate (Horward, 1995).

#### **2.4.7 Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )**

La concentración de  $\text{CO}_2$ , de la atmósfera es de 300 ppm aproximadamente, sin embargo, esta cantidad es muy variable dentro de un invernadero. Se puede ver que en las primeras horas de la mañana en un día despejado la concentración de  $\text{CO}_2$  en invernadero es más alta que en la

atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad lumínica y por lo tanto, el proceso de fotosíntesis, hay una disminución rápida de CO<sub>2</sub>, que alcanza niveles muy bajos, cercanos a las 200 ppm (Alpi y Tognoni, 1999).

## **2.5 Sustratos**

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

Según Samperio (2004) en la búsqueda de materiales que sustituyan al suelo para tener una mayor inocuidad con materiales inertes, se ha llegado a la conclusión de que todos los materiales propuestos son útiles para el desarrollo de la planta, con algunas ventajas y también con ciertos inconvenientes.

### **2.5.1 Propiedades de los sustratos**

Uno de los puntos a considerar en la composición de sustratos son las características siguientes:

#### **2.5.1.1 Propiedades mecánicas**

- Son ideales cuando mantienen su estructura
- Estable durante largo tiempo

- Su conformación no se cortante ni pesada, y
- No se degradan con facilidad.

#### **2.5.1.2 Características físicas**

- Composición y estructura.
- Isotropía e Isometría
- Granulometría y Distribución
- Porosidad
- Densidad y Peso
- Conductividad Térmica

#### **2.5.1.3 Propiedades Químicas**

- Capacidad de Intercambio Cationico
- pH
- Capacidad buffer
- Elementos Tóxicos

#### **2.5.1.4 Propiedades Biológicas**

- Contenido de Materia Orgánica
- Relación Carbón-Nitrógeno
- Conductividad eléctrica (CE).

#### **2.5.2 Clasificación de sustratos**

Los sustratos pueden clasificarse en grupos importantes: el grupo es el origen de los sustratos y pueden ser; naturales, industriales y artificiales. El sustrato adecuado para el desarrollo de los cultivos es aquel capaz de retener

suficiente agua, aire y elementos nutritivos en forma disponible para la planta (García 1996 y Buras., 1997).

El cultivo en sustratos se adapta a cultivos intensivos especialmente en invernadero, una de las ventajas de estos en comparación al cultivo sobre el suelo, son: Control y monitoreo sobre el riego y la fertilización, adelanto en la reproducción, incremento en calidad del fruto y reducción de riesgos por enfermedades y plagas (Ansorena., 1994).

### **2.5.2.1 Sustratos orgánicos**

Según Samperio (2004), los sustratos orgánicos son todos aquellos que por su origen están sujetos a descomposición, es decir, liberan los nutrientes que estos contengan. Así, las turbas, la cascarilla de arroz y de trigo, la cáscara de almendra, el aserrín, la fibra de coco, la paja de algunos cereales, los troncos triturados, las compost, y aquellos otros que contengan nutrientes asimilables por la planta.

El elevado consumo de fertilizantes de origen químico y el alto precio por producción de estos, han hecho surgir cuestiones de que si es recomendable usar o no sustratos orgánicos, ya que con esto se elimina el uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos y para ello se dispone de estiércol bovino composteado, materia prima que en la Comarca Lagunera existe de sobra, según la SAGARPA (2002) se generan aproximadamente 45,772.86 toneladas mensuales de este material ya que se cuenta con 239,099 cabezas de ganado vacuno.

Los abonos orgánicos se caracterizan por sus componentes principales como: materia orgánica, que la acompaña una serie de organismos y microorganismos activos que benefician a la planta, además de contar con una cantidad de nutrimentos muy elevada como: N, P, K, Ca, etc. Estos se encuentran libres de patógenos, sin mal olor y diferente material original, estos abonos se realizan por procesos aerobios y anaerobios, el proceso aerobio requiere oxígeno lo cual se proporciona por aireación y/o mezclado ya que los microorganismos presentes de este tipo de procesos son aerobios o anaerobios facultativos; mientras que en el proceso anaeróbico sus poblaciones son anaerobias o anaerobias facultativas (Melgarejo y Ballesteros, 1997).

### **2.5.2.2 Sustratos inorgánicos o inertes**

Entre estos sustratos están, ante todo, los de origen mineral no metálico, como los derivados de rocas, ya sean grava de río, arena, tezontle (con una capacidad de retención de humedad de hasta 30 – 40 % de su volumen) (Samperio., 2004).

Entre los materiales inertes más utilizados destacan la lana de roca, la perlita, la agrolita, la vermiculita, la arcilla expandida y la esponja.

Por otra parte, los sustratos de origen sintético, como los polímeros, poliuretanos y acrílicos, son químicamente inertes, es decir, no reaccionan al contacto con las sales de la solución nutritiva (Samperio., 2004).

## **2.6 Producción orgánica**

Según la definición de (IFOAM) International Federation of Organic Agriculture Movements, la producción orgánica es, “un sistema de producción que, formulado con base agroecológica, evita usar productos agroquímicos sintéticos o sustancias artificiales que afecten el equilibrio del ecosistema silvoagropecuario. Se deben emplear para este efecto insumos y mecanismos naturales y técnicas que incorporen las potencialidades y características del medio rural y que, a su vez, estén de acuerdo con su realidad socioeconómica y cultural, con el objeto de hacer un uso racional de los recursos naturales renovables que deriven en la obtención de una producción sostenida y con un alto valor biológico para la salud humana.”

Cano *et al*(2005), citan que el hombre viéndose en la necesidad de producir cada vez más adopto la producción de monocultivos con altas cantidades de fertilización (la famosa revolución verde), lo cual propicio a que hubiera un incremento en las poblaciones de plagas enfermedades y malezas, esto trajo consigo un uso excesivo de productos químicos que provocan una alta contaminación al medio ambiente.

### **2.6.1 Importancia de la agricultura orgánica**

La importancia ecológica de la agricultura orgánica estriba en que evita la contaminación de la tierra, del agua y del aire; preserva y valoriza los recursos naturales como base de las explotaciones agrícolas; protege la fertilidad natural de los suelos a largo plazo; desarrolla métodos de producción respetuosos del

ambiente; permite el aumento de la diversidad biológica tanto al nivel de flora como de fauna; mantiene un uso óptimo de los recursos naturales locales y de los recursos naturales renovables; evita la erosión hídrica y eólica, la salinidad y la degradación física y biológica de los suelos; conserva el agua; favorece los ciclos biológicos en el agrosistema, y evita la erosión genética.

La importancia en el cuidado de la salud y la protección del medio ambiente son los principales motivos por los cuales los consumidores están eligiendo los productos orgánicos. Otro factor de suma importancia es la disponibilidad de estos productos en los lugares de compra (Kremen *et. al.*, 2004).

Para comprender las principales limitaciones agronómicas del sistema productivo orgánico, es necesario entender las diferencias entre este sistema y el convencional. Al hacerlo, se quiere distinguir de los enfoques erróneos de la "agricultura orgánica por abandono", de la "agricultura orgánica simplista" y de la "agricultura orgánica por sustitución de insumos" (Taller de Agricultura Orgánica 2003).

### **2.6.2 Ventajas de la agricultura orgánica**

Según Quintero (2000) las ventajas de la agricultura orgánica son las siguientes: a) producción de alimentos sanos, libres de contaminación y de alta calidad nutritiva, b) oferta de nuevos productos, c) arraigo de la población rural, d) cuidar el suelo respetando su textura y estructura, e) emplear técnicas agrícolas respetuosas con el medio ambiente y con la conservación del suelo,

f) establecer rotaciones de cultivos, intercalar al menos una leguminosa y usar abonos verdes, g) asociar las especies vegetales en un mismo sitio (policultivos), h) las deficiencias nutricionales del suelo deben corregirse mediante fertilización orgánica-mineral, i) eliminar todas las técnicas artificiales y contaminantes, en particular los productos químicos de síntesis.

### **2.6.3 Agricultura orgánica en el Mundo**

La producción orgánica mundial, va en constante crecimiento, y ha revolucionado, sin perder la esencia la materia orgánica; no obstante, existen cuatro principales problemas, la comercialización, limitantes ambientales, costos de producción y la insuficiente capacitación e investigación. Según análisis demuestran que, el tomate orgánico ocupa diez veces menos superficie y alcanza una cotización diez veces mayor que la del cultivo convencional (Cano y Marquez 2005)

La agricultura orgánica actualmente se practica en 22.8 millones de hectáreas que se localizan en 106 países dentro de los cuales destacan Australia / Oceanía (10.6 millones de hectáreas) y Argentina (3.2 millones de ha.). Menos de la mitad de la superficie orgánica mundial está dedicada a tierras arables, dado que las áreas orgánicas de Australia y de Argentina se concentran en la ganadería extensiva en zonas áridas.

El mercado de los Estados Unidos registró el primer lugar en ventas de productos orgánicos con un valor por 11.75 mil millones de dólares en el 2002. El mercado alemán ocupó el segundo lugar con 3.06 mil millones de dólares, y

el mercado británico el tercer lugar con un valor de 1.5 mil millones de dólares (Borrallas, 2006).

Otros países latinoamericanos que han crecido en forma importante son Perú, Paraguay, Ecuador y Colombia. En Asia y África la superficie con manejo orgánico todavía es poca, sin embargo, viene creciendo en forma acelerada, basándose en las demandas de productos orgánicos por los países industrializados. Actualmente se estima una superficie certificada de 600,000 ha en los países asiáticos y 200,000 ha entre los países africanos (Demarchi, 2000).

#### **2.6.4 La agricultura orgánica en México**

En México, la agricultura orgánica tuvo un crecimiento en superficie bastante acelerado pasando de 54,457 ha en 1998 hasta 143,154 ha en 2003. Tenemos que en México la producción orgánica de tomate se lleva a cabo en Baja California Sur, con rendimientos bajos, por lo que es conveniente, producir en invernadero, buscando rendimientos mucho más elevados (Cano *et al* 2003). Según Cano (2003) para que la producción de tomate orgánico bajo un sistema de invernadero sea rentable se deben obtener rendimientos por lo menos de 15 Kg/m<sup>2</sup>.

## 2.6.5 La calidad de los productos orgánicos

### ***Calidad alimentaria***

- Calidad higiénica: Ausencia de residuos de plaguicidas y de productos tóxicos de origen biológico.
- Calidad nutricional: Contenido de proteínas, vitaminas, minerales, materia seca.
- Calidad organoléptica: sabor, olor, color y textura.

### ***Calidad en el manejo del producto***

- Aptitud a la conservación, al transporte y refrigeración.
- Facilidad de embalaje y de almacenamiento.

### ***Calidad ecológica***

- Que contamine menos.
- Que economice los recursos naturales.
- Que reduzca la erosión.

### ***Calidad social***

- Fomentan y retienen la mano de obra rural ofreciendo una fuente de empleo permanente.
- Favorecen la salud de los trabajadores, los consumidores y el ambiente, al eliminar los riesgos asociados al uso de agroquímicos sintéticos (Borrallas., 2006).

## **2.7 Abonos orgánicos**

Los fertilizantes orgánicos también conocidos como abonos orgánicos son aquellos materiales derivados de la descomposición biológica de residuos de cultivos, como abonos, compost, etc (Marquez y Cano 2005).

De acuerdo con Fortis *et al.*, los beneficios que la materia orgánica proporciona al suelo son múltiples, pero se pueden agrupar en dos grandes fusiones. En primer lugar, actúa como fertilizante o abono orgánico, y por otro lado, como una excelente enmienda al mejorar las condiciones del suelo.

Además, estos abonos no requieren ser importados ni subsidiados, y ellos se obtienen a partir de los residuos orgánicos que la propia finca genera: estiércoles y rastrojos de cosechas, fomentando de esta manera un proceso de reciclaje alimenticio (tráfico) y energético.

### **2.7.1 Empleo de yeso en la agricultura**

Los fertilizantes representan agroinsumos fundamentales de los esquemas modernos de producción y constituyen tecnologías cada vez más necesarias y utilizadas para sostener e incrementar el rendimiento de los cultivos y la producción de alimentos (Godinez., 2003).

El yeso que se utiliza en la agricultura tiene como objetivo la neutralización de los suelos alcalinos y salinos, como mejorar la permeabilidad de los materiales arcillosos, además de aportar azufre. También contribuye a

mejorar las condiciones y estructura del suelo. Todo ello conduce a incrementar el rendimiento de los cultivos.

El yeso agrícola ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) es un mineral muy importante debido a que es posible utilizarlo tanto como fertilizante azufrado y también como corrector de suelos sódicos. Una de las propiedades más detectables del yeso es su solubilidad relativamente alta en agua, considerablemente mayor que la de la calcita, pero mucho menor que las sales solubles (Porta *et al.*, 2003).

### **2.7.2 Yeso como fertilizante**

La utilización del yeso como fertilizante azufrado en la agricultura latinoamericana es muy escasa, siendo el uso más común como corrector de pH en suelos alcalinos o salino-alcalinos (Rhoades *et al.*, 1992).

### **2.8 Usos y beneficios del compost**

El compost sirve como aporte de nutrimentos para el cultivo, pero también genera otros beneficios; ya que mejora la calidad del suelo debido a que fomenta la formación de agregados, mejorando la estructura de cualquier tipo de suelo y tiene efecto sobre otras características del suelo como son: incrementar la CIC, la capacidad de retención de humedad, la aireación, las poblaciones de microorganismos, etcétera. Todo lo anterior se refleja en un mejor desarrollo del cultivo (De la Cruz., 2005).

La composta se puede utilizar de varias formas:

- Distribuyéndola sobre la superficie del suelo y alrededor de las plantas, ya sean flores o árboles, se ponen de 0.0254 a 0.508 m sobre la zona de goteo.
- Para arropar el césped se criba el compost con malla de 12.5 mm y se mezcla con arena fina a partes iguales, distribuyéndola sobre el césped.
- Para enmendar la tierra cultivable antes de sembrar. Se puede tirar al voleo, o también se puede tirar sobre la línea de siembra antes de sembrar, para que la semilla quede arriba de la composta. Una vez terminado el ciclo de cultivo se incorporara al terreno con las siguientes labores
- Para preparar sustratos para producción de plántulas. La recomendación para usarla como sustrato es que se tiene que mezclar con otros materiales; ya que sola puede inhibir la germinación de algunas semillas (De la Cruz., 2005).

## **2.9 Lombricomposteo**

Es el proceso en el cual se utiliza la lombriz de tierra para la transformación de residuos orgánicos, principalmente estiércoles en abonos orgánicos para utilizarlos en los cultivos (De la Cruz., 2005).

La especie de lombriz que se utiliza, es la roja californiana *Eisenia foetida*, es una especie domesticada que se reproduce rápidamente, alcanzando en poco tiempo altas densidades de población, además su manejo es muy fácil (De la Cruz., 2005).

Los abonos orgánicos que se obtienen son humus líquido y lombricomposta, pues se pueden aplicar en los cultivos libremente ya que con este tipo de abonos es muy difícil causar intoxicación por exceso.

Otro de los beneficios que se obtiene es la misma reproducción de lombrices, ya que su propagación es muy acelerada y los excedentes de lombriz se pueden comercializar como: pie de cría para instalar otras plantas de lombricomposta, carnada para pesca, alimentación de peces, aves y ganado o usándola en forma de harina. También puede utilizarse en la alimentación humana, la lombriz tiene un alto contenido de proteínas, además de un excelente contenido de aminoácidos y vitaminas (De la Cruz., 2005).

La lombricomposta se puede usar de la misma manera que la composta, pero es un abono de mayor calidad, la forma de distribución es igual y se puede utilizar en todos los cultivos. La lombricomposta tiene más nutrientes, humus y microorganismos por gramo seco que la composta lo que la convierte en un excelente mejorador de suelos (De la Cruz., 2005).

## 2.10 Té de compost

El significado de té de compost muchas veces se confunde con el de extracto de compost, donde éste solo es el lavado del compost en agua, mientras que té de compost es una solución resultante de la mezcla de compost con agua, al que se le agregan sustancias estimulantes de la actividad microbiana como melaza, ácidos húmicos o fúlvicos, algas, sales, etc., y que se deja procesar por 1 ó 2 semanas. Muchos consideran que el té composta puede prepararse en presencia o no de aireación. Esta preparación se utiliza como fertilizante foliar y a veces al suelo (La Prensa, 2007).

El té de composta es el extracto líquido de el composta elaborado, que contiene nutrimentos solubles y una diversidad de bacterias, hongos, protozoos y nemátodos beneficiosos que mejoran el crecimiento de las plantas y le dan una mayor resistencia contra las plagas.

Una vez aplicado el té de composta en la tierra de cultivo se generarán microorganismos beneficiosos que ayudarán a la planta a crecer de una forma muy intensa y tendrá un 95% de eficacia contra las plagas, ya que el emplazamiento de infección de la superficie de la planta es ocupado por organismos beneficiosos, así que los patógenos no pueden infectar la planta.

El uso de té del abono se hace pensando en los organismos de la tierra o de las plantas. Los pesticidas químicos, fumigantes, herbicidas y un poco de fertilizantes sintéticos matan un rango de los microorganismos beneficiosos que ayudan al crecimiento de la planta, mientras los té del abono mejoran la vida en la tierra y en las superficies de la planta. El té de abono de calidad alta,

inocula la superficie de la hoja y se relaciona con los microorganismos beneficiosos, en lugar de destruirlos.

### **2.10.1 Contenido del té de compost**

El té contiene todos los nutrientes solubles extraídos del abono, pero también contiene todas las especies de bacterias, hongos, protozoarios y nematodos en el abono. No todos los individuos se encuentran presentes en el abono, pero se encuentran representantes de todas las especies en el té de compost. Asegurándose sólo especies beneficiosas están presentes en el abono.

La diversidad de la especie de organismos en el té es muy más alta. Juntos, las bacterias benéficas y hongos que crecen en las comidas del compost, y en las aditivos agregados (Cascadia., 2001).

### **2.10.2 Ventajas del té de compost**

Las ventajas que el té de compost presenta son las siguientes: a) retiene los nutrientes en el suelo, b) aumenta la calidad nutricional de la producción, c) no hay exposición a productos químicos por parte de los aplicadores, d) ahorro de productos fitosanitarios.

El té de compost se puede aplicar a nivel foliar como spray sobre la superficie de la hoja o directamente sobre el suelo junto con el agua de riego.

Esté té esta siendo incluido en la erradicación de plagas y enfermedades, como método efectivo y alternativa económica a los productos químicos. Se utiliza en muchos países en la agricultura convencional, integrada y ecológica o biológica

## **2.11 Fertirriego**

Feito (1999) mencionan que la aportación combinada de agua y de abonos a lo largo del cultivo se denomina técnicamente "fertirrigación", técnica que si bien tiene que ajustarse a las condiciones concretas de cada explotación debe basarse en unas reglas fundamentales del manejo del agua:

Los elementos nutritivos deben aportarse en proporciones o equilibrios diferentes a lo largo del ciclo, dependiendo del estado vegetativo en que se encuentre la planta y de la propia variedad, vigor y carga de frutos. Disponer de un suelo en condiciones adecuadas y conocer las características del agua que se va a utilizar, son pasos previos indispensables en la aplicación de esta técnica.

Dado que los abonos se van a incorporar junto con el agua de riego, es obvio que el buen manejo del riego constituye el pilar básico para conseguir una fertirrigación eficiente. Por tanto, conviene tener en cuenta, a este respecto, algunas consideraciones sobre las exigencias del cultivo de tomate al igual que otros cultivos: a) el tomate es un cultivo muy sensible al exceso de humedad en el suelo, causándole la asfixia de las raíces, lo que conduce a su vez a un debilitamiento general de la planta, b) la falta de agua y sobre todo su

disponibilidad de forma irregular, dificulta la absorción del magnesio, del nitrógeno y sobre todo del Calcio entre otros elementos (Feito, 1999).

## **2.12 Nutrición**

### **2.12.1 Concepto de nutrición**

Se entiende por nutrición el conjunto de fenómenos o procesos de alimentación que contribuyen al crecimiento y desarrollo de un ser viviente. La palabra nutrir deriva del latín *nutrire* que significa alimentar, fortalecer o acrecentar. Un nutriente o nutrimento es entonces un alimento para la conservación, crecimiento o desarrollo de un ser vivo.

De acuerdo con Sánchez (2005) para que un nutrimento se considere como esencial para las plantas debe cumplir con tres requisitos: a) las plantas deben ser incapaces de completar su ciclo de vida en ausencia del elemento mineral, b) las funciones del elemento no podrán ser sustituidas por otro elemento, c) el elemento debe estar directamente involucrado en el metabolismo de las plantas.

Se ha demostrado la esencialidad de los siguientes elementos: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Zinc (Zn) y Molibdeno (Mo). Se ha demostrado también que varios otros minerales como el Sodio (Na), Silicio (Si), Aluminio (Al), Cobalto (Co) Niquel (Ni) y Selenio (Se), sin ser

esenciales pueden estimular el crecimiento de varias especies vegetales  
Sánchez (2005)

### **2.12.2 Solución nutritiva**

Todo lo referente a la alimentación de las plantas es un tema que desde siempre ha sido objeto de constantes y profundos estudios, y muy en especial respecto a las fórmulas más apropiadas para determinados cultivos.

En la actualidad, hay tres formas de elaborar una solución para la nutrición de los vegetales (Samperio., 2004).

- a) Mezclar todos los elementos nutricionales, para fertilizar en seco, y efectuar riegos periódicos sobre ellos (uso en la siembra tradicional).
- b) Mezclar todos los elementos en agua, elaborando una solución para efectuar el riego.
- c) Elaborar por separado una solución que contenga los macro-elementos y otra solución solamente con micro-nutrientes, para ser mezcladas ambas en agua y aplicarlas a la planta (Samperio., 2004).

Según Nuez (2001) la posible contaminación en el sistema suelo – planta con la aplicación de fertilizantes puede deberse a los metales pesados que contengan los fertilizantes o bien a una incorrecta dosificación. La primera causa de contaminación del suelo y planta puede eliminarse con una adecuada

selección de los materiales para la elaboración de la solución nutritiva, pero la segunda es más difícil de evitar si no se emplean adecuadamente los materiales fertilizantes.

## **2.13 Labores culturales**

### **2.13.1 Poda**

**Hojas.** En el sistema de producción intensiva de tomate, la poda de hojas es obligada. De no realizarse esta práctica, se genera un microambiente de alta humedad relativa en la parte inferior de las plantas que, por un lado, es propicio para el desarrollo del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y botrytis (*Botrytis cinerea*) y, por otra parte disminuye la penetración de luz, lo cual retarda la maduración de frutos (Pérez y Castro, 1999).

**Brotos laterales.** El problema de dejar desarrollar todos los brotes laterales, es la gran competencia que se genera al interior de la planta, por agua, luz y nutrimentos. Para que esto no suceda, la planta se puede podar a uno, dos o tres tallos, siendo éstos los que van a desarrollar los frutos. Si se deja la planta a un solo tallo, los brotes laterales que van apareciendo se van eliminando; es recomendable la poda semanal o cuando los brotes tengan de 5 a 10 cm de longitud (Gil y Miranda, 2000).

**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 lo tanto, es necesario eliminar la yema apical y dejar dos o tres hojas arriba del último racimo floral (Pérez y Castro, 1999).

### **2.13.2 Tutoreo**

Normalmente, para cada planta de tomate se emplea un hilo de plástico (rafia de prolipropileno), el cual se une a la planta por anillos de sujeción o liándolos al tallo. Este procedimiento es mas propenso a sufrir rozaduras y heridas al tallo, vía de acceso a enfermedades. En la parte inferior, el hilo se ata a la planta, a un alambre horizontal o se clava al suelo. En la parte superior, el hilo se ata a los alambres del entutorado. Dependiendo del sistema de tutorar que se maneje, es como tendrá que ir acomodado el hilo (Nuez, 2001).

### **2.13.3 Polinización**

En las variedades comerciales de tomate a cielo abierto, las plantas se autopolinizan y normalmente no se necesita de las abejas a menos que el aire esté tranquilo y la temperatura sea baja. También se fundamenta que con fotoperiodos menores de 8 horas o baja radiación o ambos, las flores abortan

La polinización ocurre cuando la temperatura nocturna está entre 13 y 24 °C y la temperatura del día entre 15.5 a 32 °C. Temperaturas fuera de estos rangos, particularmente en las noches, provoca que las flores caigan sin tener fruto.

La polinización se puede hacer con un vibrador manual, éste no tiene mucha demanda ya que es muy trabajoso y se necesita de muchas pasadas durante varios días (Gil y Miranda, 2000).

La polinización biológica ha tomado relevancia, y consiste en liberar polinizadores desde la cuarta semana después del trasplante. La especie comercial de abejorros que se utiliza es *Bombus terrestris*, a una densidad de población de cuatro colonias por hectárea (Gil y Miranda, 2000).

#### **2.13.4 Bajado de plantas**

Conforme las plantas de tomate alcancen la parte superior de los cables de soporte, se debe ir aflojando las cuerdas bajándolas unos 0.5 metros cada vez y, al no existir hojas viejas ni frutos en la base del tallo, se puede ir dejando caer éste sobre la bancada, sobre los postes o alambres de soporte. Si no se tiene cuidado los tallos podrían partirse, y entonces sería preciso enterrar las partes mas bajas de éstos hasta tapar el punto de ruptura, para que colocando en su proximidad un gotero se consiga al cabo de unas semanas un buen desarrollo radicular a partir de dicho punto. Deberán permanecer en la parte superior de la planta de 1.2 a 1.5 metros de hojas y racimos florales (Resh, 1997).

## 2.14 Control de plagas

La costumbre de prevenir los problemas antes de que se presenten es quizá el aspecto más difícil cuando se quiere de convertir de producción convencional a producción orgánica, especialmente en los países subdesarrollados, en los que la mayoría de los agricultores están acostumbrados a combatir los problemas cuando ya no tienen remedio. Por esa razón la normatividad orgánica implementa en todos los casos mecanismos que obligan a los productores a prevenir los problemas de plagas

Muchas de las prácticas preventivas se refieren precisamente a las estrategias agronómicas como fechas de siembra, tipo de cultivo, variedades resistentes, nutrición adecuada, etc. y algunas de manejo con sustancias naturales o sintéticas permitidas, las cuales para poder ser usadas deben encontrarse en las listas de productos permitidos de cada programa y agencia certificadora (CATIE., 1990).

Las principales plagas que atacan al tomate son: acaro del bronceado, araña roja, minador de la hoja, mosca blanca, trips, pulgones gusanos soldados, del fruto y alfiler mientras que dentro de las principales plagas encontramos a: ahogamiento o danping-off, tizón temprano y tardío, marchites por *Fusarium* y *Verticillum*, pudrición de la corona y raíz, cenicilla, peca bacteriana y manchas bacteriana, al igual que un gran complejo de virus transmitidos por pulgones, trips y mosca blanca.

Las plagas presentes en invernadero según estudios de Cano *et al* (2002) en la Comarca Lagunera son: mosquita blanca (*Bemesia argentifolli*, Bellons &

Perring), mosquita de las alas bandeadas (*Trialeurodes abutellonea*, Haldeman) y el minador (*Liriomyza munda*, Frink). En cuanto a las enfermedades encontraron las siguientes: cladioporiasis (*Cladosporium fulvum*, Cooke) y cenicilla (*Leveillulla taurina*, Lev. Arn) y (*Alternaria solana*, Ell).

### 2.14.1 Control biológico

Comprende el uso de los enemigos naturales (depredadores, parásitos y patógenos) para el manejo de plagas. Es importante conocer los organismos benéficos nativos y armonizar cualquier táctica de control de modo que los enemigos naturales no sean perturbados, o si lo son que sea en el menor grado posible. El ambiente puede ser manipulado a su favor, proveyéndoles de alimento suplementario y sitios de refugio, desde donde se puedan desplazar hacia los cultivos (CATIE., 1990).

El método de control biológico puede ser muy eficaz, sin embargo, hay que considerar algunos puntos en la utilización de enemigos naturales en la plantación:

1. Se debe identificar correctamente la plaga que afecta al cultivo (posición taxonómica, ciclo de vida, capacidad de reproducción, hospederos alternativos, etc.)
2. Se debe realizar una búsqueda bibliográfica intensiva y exhaustiva acerca de los enemigos naturales reportados y de los potenciales de acuerdo a la posición taxonómica de la plaga.

3. En el caso de que el enemigo natural potencial se encuentre presente en la localidad se debe estimar de la población habitante.

### **2.14.2 Control etológico**

Las aplicaciones del control etológico incluyen la utilización de atrayentes en trampas y cebos, repelentes, inhibidores de alimentación y sustancias diversas que tienen efectos similares. La experiencia más exitosa para la atracción de plagas ha sido con feromonas atrayentes, estas feromonas son una alternativa confiable, segura y de bajo costo para la mayoría de productores y puede ser empleada como herramienta para un manejo integrado de diferentes plagas, principalmente de lepidópteros en hortalizas.

Las principales ventajas del empleo de feromonas y atrayentes son: 1) no afectan el ambiente, 2) las dosis son muy bajas, 3) las feromonas no perjudican la salud, 4) fácil empleo, 5) no crean resistencia, 6) tienen un bajo costo y 7) son componentes aceptados en programas (MIP) Manejo Integrado de Plagas y orgánicos (CATIE., 1990).

### **2.14.3 Control cultural**

Ante todo hay que señalar que las distintas operaciones de cultivo, que se pueden hacer en un invernadero, se basan en los principios generales de la Agronomía. Estos principios, si bien son utilizados en los cultivos tradicionales, también se pueden aplicar a este otro tipo de cultivos. Lo único que varía, si

acaso, es la perfección de las distintas técnicas que, en este caso, es mayor, así como mayores son los cuidados que se le dan a las plantas con vistas a aumentar la cantidad y calidad de los productos resultantes, siendo este el fin de la producción en invernadero, con vista a aumentar sus ganancias (CATIE., 1990).

Por otro lado, es indispensable un refinamiento de las técnicas culturales en un ambiente en el cual las características climatológicas son llevadas a niveles excepcionalmente buenos mediante las operaciones de climatización. Si no se llegara a alcanzar este perfeccionamiento en los cultivos habría el peligro de perder por completo las ventajas de trabajar en este ambiente "artificial". Por lo tanto, las operaciones fundamentales merecen la mayor atención; entre otras cosas hay que adaptarlas a los distintos tipos de invernaderos y, si las especies cultivadas lo requieren, también hay que introducir técnicas nuevas (Alpi y Togoni, 1999).

#### **2.14.4 Control autocida**

Esencialmente se ejemplifica con el uso de liberaciones masivas de insectos estériles o con poblaciones genéticamente degradadas para influir en la reproducción y sobre vivencia de las poblaciones normales de una plaga

### III MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La Región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos  $101^{\circ} 40'$  y  $104^{\circ} 45'$  de longitud Oeste, y los paralelos  $25^{\circ} 05'$  y  $26^{\circ} 54'$  de latitud Norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es de 1,139 m. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se lleva a cabo la actividad agrícola, así como el área urbana. La temperatura promedio en los últimos 10 años es de una máxima de  $28.8^{\circ}\text{C}$ ., una mínima de  $11.68^{\circ}\text{C}$  y una temperatura media de  $19.98^{\circ}\text{C}$  (CNA, 2002).

#### 3.2 Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en el invernadero del Campo Experimental La Laguna (CELALA), ubicado en el Km 17.5 de la Carretera Torreón - Matamoros. EL CELALA se ubica en las coordenadas geográficas de  $103^{\circ} 14'$  de longitud oeste y  $25^{\circ} 3'$  de latitud norte con una altura de 1120 msnm (CETENAL, 1970).

#### 3.3 Clima

Palacios (1990) define el clima de la Comarca Lagunera como bWhw (f), es decir, muy seco con lluvias en verano. Los registros de temperatura indica

una media anual de 21 °C presentando su valor mas bajo en Enero y el más alto en Julio. La precipitación promedio es de 220 mm anuales, situación que limita la práctica de una agricultura de temporal. Las heladas ocurren de noviembre a marzo, teniéndose un periodo libre de heladas de abril a octubre. La cantidad de agua para esta región es escasa en todas las estaciones del año; en el mes más lluvioso tiene una acumulación de 36.6 mm. En cuanto al mes más seco solo alcanza 1.5 mm; La humedad varía en el año; en primavera tiene un valor promedio de 30.1 %. En otoño de 49.3 % y finalmente en invierno de un 43.1 % (CENID - RASPA, 2000).

### **3.4 Condiciones de invernadero**

El experimento se llevó a cabo en un invernadero semicilíndrico cubierto en la parte superior (techo) de plástico (doble capa) y las paredes de láminas de policarbonato, y una estructura totalmente metálica (Figura 3.1). El interior del invernadero cuenta con canaletas de cemento donde se colocaron las hileras de macetas y pasillos de arena suelta. El sistema de riego es por goteo. El tiempo y números de riegos fueron programados con una micro computadora (Rain Bird, ESP-4). Cuenta con ventilación automatizada por medio de dos extractores que por medio de la pared húmeda hacer recircular aire fresco y un sistema de calefacción para las épocas de frio. La superficie des esta estructura ocupa aproximadamente de 250 m<sup>2</sup>.



**Figura 3.1.** Características del invernadero.

### **3.5 Material Compost**

El compost se preparo a base de estiércol bovino (Figura 3.2), el cual estuvo durante un periodo de aproximadamente tres meses después que los organismos transformaron el material. El estiércol se obtuvo del ganado vacuno estabulado que se encuentra en la pequeña propiedad de “Ampuero y que recibe una dieta de forraje verde (alfalfa) y sales minerales para el metabolismo del mismo.



**Figura 3.2.** Material compost utilizado.

Para las diferentes compost como para el té de compost y el agua de riego se realizaron análisis químicos como se muestra el siguiente cuadro para determinar su riqueza nutricional y sus propiedades químicas y biológicas.

**Cuadro 3.1.** Composición del análisis químico de las compost utilizadas el la producción de tomate con té de compost bajo invernadero CELALA-INIFAP, 2007.

Numero de laboratorio	Compost	Compost	Té	agua
	1	2	compost	
<b>FERTILIDAD</b>				
pH (disolución 1:1)	7.73 MA	7.74 MA	8.15 MA	7.02
Materia orgánica (M.O) %	17.17 A	35.50 A	0.51 P	
Nitratos de Nitrógeno (N-NO <sup>3</sup> ) ppm.	58.79 A	69.71 A	24.26 M	0.01
Fósforo disponible	57.21 <sup>a</sup>	61.47 A	21.63 M	
Carbonatos Totales (CT) %	20.40A	19.90 A	4.90 B	0
Potasio (K) ppm.	573.0A	620.0 A	402.0 A	0.01
Hierro (Fe) ppm.	4.26	4.78	4.04	0.01
Cobre (Cu) ppm.	1.16	2.20	0.10	0.01
Zinc (Zn) ppm.	3.82	4.17	0.73	N.D
Manganeso (Mn) ppm.	3.97	4.11	0	0.01
<b>SALINIDAD</b>				
pH	7.83 MA	7.71 MA	7.94 FA	
Conductividad Eléctrica mScm <sup>-1</sup>	6.50 MS	7.57 MS	9.82 FS	0.28
Cationes solubles Calcio meq.L <sup>-1</sup>	34.73	45.63	50.13	1.73
Magnesio meq.L <sup>-1</sup>	8.06	7.40	2.64	0.12
Sodio meq.L <sup>-1</sup>	19.07	19.36	42.98	1.10
Potasio meq.L <sup>-1</sup>	2.85	2.97	2.01	0.01
<b>SUMA DE CATIONES SOLUBLES</b>	<b>64.71</b>	<b>75.36</b>	97.76	
Aniones solubles:Carbonatos meq.L <sup>-1</sup>	0	0	9.01	
Bicarbonatos meq.L <sup>-1</sup>	2.52	11.71	69.74	0.82
Cloruros meq.L <sup>-1</sup>	39.67	47.27	20.13	0.44
Sulfatos meq.L <sup>-1</sup>	26.41	17.33	98.88	1.38
<b>SUMA DE ANIONES SOLUBLES meq.L<sup>-1</sup>.</b>	<b>68.60</b>	<b>76.31</b>	8.37	
Relación adsorción de sodio (RAS)	4.12	3.76	9.98	1.14
Por ciento de Sodio intercambiable (PSI)	4.60	4.11	0.06	
Dureza total mg.L <sup>-1</sup>				92.5
Alcalinidad total mg.L <sup>-1</sup>				41.0
Sólidos totales mg.L <sup>-1</sup>				240.6

### **3.6 Material Vegetal**

El genotipo que se utilizó fue Romina de la casa comercial Seminis, son tomates de crecimiento indeterminado los cuales fueron sembrados el 8 de Septiembre y transplantadas el 20 de Octubre de 2006. La densidad de poblacional fue de 3 plantas  $m^{-2}$ , una planta por bolsa. Se utilizaron bolsas de plástico tipo vivero de 20 L de capacidad. Las separación entre hileras fue de 1.6 m, y se instalaron las macetas a doble hilera, con arreglo en tresbolillo espaciadas a 30 cm entre planta y planta.

### **3.7 Diseño Experimental**

El Diseño Experimental empleado fue bloques completamente al azar con seis repeticiones y la unidad experimental fue una planta por tratamiento.

### **3.8 Llenados de macetas**

El llenado de macetas (Figura 3.3) se realizo de la siguiente manera:

#### **Tratamientos:**

- 1).- mezcla 50% arena + 50% compost normal + fertilización té de compost
- 2).- mezcla 50% arena + 50% compost con yeso con fertilización té de compost.
- 3).- mezcla 50% arena + 50% compost normal con fertilización orgánica.
- 4).- mezcla 50% arena + 50% compost con yeso con fertilización orgánica.
- 5).- mezcla 50% arena + 50% compost normal con fertilización inorgánica.
- 6).- mezcla 50% arena + 50% compost con yeso con fertilización inorgánica.



**Figura 3.3.** Llenado de macetas.

### 3.9 Siembra y trasplante

La siembra se realizó en charolas germinadoras de 200 cavidades, el sustrato para germinación que se utilizó fue Peat Most (Figura 3.4), la siembra se realizó el día 8 de Septiembre del 2006 y se trasplantó en bolsas de plástico negro con una capacidad de 20L, el día 20 de Octubre del mismo año. Los sustratos fueron previamente tratados con una mezcla de agua y cloro al 5% para su desinfección y en lo que consta al compost con yeso se le hicieron varios riegos pesados con el objetivo de lavar el exceso de sales, al mostrar la planta un secado de hojas por el exceso de sales contenidas en el material.



**Figura 3.4.** Siembra y trasplante.

### 3.10 Nutrición

En lo que corresponde a la parte de la nutrición de la planta, en el presente trabajo se manejaron tres tipos diferentes de fertilizaciones; la orgánica, inorgánica y el té de composta. Dentro del ciclo de la planta se manejaron dos etapas diferentes, en la primera fase se realizaron aplicaciones de la solución nutritiva de 250 mL.planta<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>, mientras que para la segunda etapa la aplicación fue de 500 mL. Cabe señalar que para la aplicación del té siempre fue la aplicación de los 500ml, teniendo el inicio de su uso a partir del 15 de Diciembre, hasta una semana antes del término del ciclo de la planta

#### 3.10.1 Fertilización Orgánica

Para el caso de la fertilización orgánica, que son los tratamientos T3 y T4, se manejaron dos etapas; la primera comenzando a partir del 28 de Octubre hasta el 20 de Diciembre de 2006. A partir de esta fecha se comenzó con la segunda etapa que termino el día 30 de Abril, una semana antes de terminar con la investigación. Esta fertilización fue a base de productos de carácter orgánico que ya se comercializan como tales (Cuadro 3.2.).

**Cuadro 3.2.** Fertilización orgánica aplicada en las diferentes etapas de desarrollo de la plnta.

<u>Primera etapa</u>		<u>Segunda etapa</u>	
<b>Elemento</b>	<b>mL.</b>	<b>Elemento</b>	<b>mL.</b>
Biomix N <sup>1</sup>	171.6	Biomix N	171.6
Biomix K <sup>2</sup>	312.0	Biomix K	312.0
		Bioquel Fe <sup>3</sup>	8

#### 3.10.2 Fertilización inorgánica

Esta fertilización se manejó para los tratamientos T5 y T6; la fórmula para cada una de las etapas se muestra continuación (cuadro 3.3).

**Cuadro 3.3.** Fertilización inorgánica aplicada en las diferentes etapas de desarrollo de la planta.

<u>Primera etapa</u>		<u>Segunda etapa</u>	
<b>Fertilizante</b>	<b>mL</b>	<b>Fertilizante</b>	<b>mL</b>
N	171.6	Fósforo	160
K	312.0	Ferticare NK	385
		Nitrato de Calcio	360
		Nitrato de Magnesio	180
		Maxiquel multi <sup>1</sup>	10
		Bioquel Fe	10

### 3.10.3 Té de compost

Esta fertilización se manejó para los tratamientos T1 y T2; este extracto se preparaba diariamente y se utilizaba al día siguiente de su preparación, los pasos de su preparación se muestran a continuación:

1. Se pesan 2.5 Kg de composta.
2. Se hace un lavado con agua del compost para eliminar el exceso de sales que esta contenga.
3. Una vez lavada se introduce la bolsa en la cual fue previamente lavada con la compost al tambo.
4. Se agregan 40 g de azúcar como alimento para los microorganismos.
5. Se agregan 12 mL de Biomix N y 8 mL de Biomix P, esto con la finalidad de complementar las deficiencias nutrimentales de la composta.
6. Por medio de una bomba de aire (bomba de pecera) se produce un flujo continuo de oxígeno durante un lapso de 24 horas.
7. Después de transcurrido este tiempo el té se encuentra listo para aplicarse a la planta.

### 3.11 Manejo del cultivo

#### 3.11.1 Poda

Las plantas se guiaron a un solo tallo, eliminando los brotes axilares cuando éstos tenían de 3 a 5 cm, esta práctica se realizó cuidando no eliminar el brote apical, ya que esto terminaría con el crecimiento de la planta y/o se detendría la continuidad de la misma. Durante la fructificación, se eliminaron las hojas que estaban por debajo del último racimo en el punto rosado. La poda apical se realizó cuando el octavo racimo estaba fecundado, dejando de dos a tres hojas por arriba de ese racimo.

#### 3.11.2 Tutoreo de la planta

Las plantas fueron conducidas mediante hilo de rafia cuando alcanzaron una altura de 30 cm (Figura 3.5); esto con el fin de mantener la planta erguida y evitar que las hojas y frutos se pongan en contacto con el suelo. Una vez que las plantas alcanzaron una altura considerable y ya era muy difícil su manejo y, además, estaban con mucha exposición al techo del invernadero fueron bajada algunos centímetros, esto con la finalidad de tener un mejor manejo, buena polinización y evitar estrés en las plantas.



Figura 3.5. Tutoreo de plantas.

### 3.11.3 Polinización

Al inicio de la etapa de floración se procedía a la polinización con un vibrador (cepillo dental eléctrico), (Figura 3.6) el cual se pasó por el pedúnculo de la inflorescencia por un lapso de tres segundos. Esta práctica se realizó diariamente para tener una mejor fecundación, y por ende, una mejor y mayor cosecha.



**Figura 3.6.** Polinización mecánica de la flor.

### 3.12 Control de plagas y enfermedades

Al comienzo de la producción no se hicieron aplicaciones contra ninguna plaga o enfermedad solo se mantiene una buena inocuidad dentro y fuera del invernadero, unos días después del trasplante (ddt) se colocaron tres trampas amarillas intercaladas por todo el invernadero con Biotac para identificar las plagas, se realizaron revisiones visuales de la planta y de las trampas cada semana para llevar un control de éstas, desde trasplante hasta la cosecha. Las plagas que se presentaron fueron:

**Cuadro 3.4.** Productos utilizados para el control de plagas y enfermedades en tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2007

Producto	Aplica ciones	Problema de control	Producto
Amistar	4	Cenicilla	Fungicida
Bio F y B	3	Hongos y bacterias de raíz	
Bio-Insect	6	Mosquita blanca	
Decis	1	Grillos	Insecticida
Endosulfan-Mitac	2	Mosca negra	
FLY-NOT	5		
MYCOBAC	2	Fusarium, Phytophthora, Phytium,	Fungicida biológico
<i>Mignorum trichoderma</i>			
Kell-Nemm	1	Mosquita blanca	
Sedric	2	Alternaria y cenicilla	Fungicida orgánico

### 3.13 Cosecha

La cosecha se realizó dos veces por semana, el criterio de cosecha fue determinado por el cambio de color, cuando el fruto empezaba a tomar un color rosado o rojizo, presentando el fruto un 30% – 60% de esta coloración (Figura 3.7). Cuando el fruto presenta un color rojo, no es muy recomendable la cosecha., es conveniente señalar que al dejar el fruto hasta que ya este rojo se consume una gran cantidad de energía, la cual puede ser utilizada en otras estructuras de la planta o bien en otros frutos (Figura 3.8).



**Figura 3.7.** Cosecha y pesado del fruto.

### 3.14 Variables evaluadas

Se avaluó la altura, número de nudos, floración de la planta, rendimiento (ton ha<sup>-1</sup>), peso de fruto (g), diámetro polar, diámetro ecuatorial, forma del fruto (Figura 3.9), número de lóculos, espesor de pulpa, sólidos solubles (° Brix) y color externo e interno del fruto.



**Figura 3.8.** Grados de madurez del fruto de tomate: 1, Verde maduro; 2, Inicio de color; 3, Pintón; 4, Rosado; 5, Rojo pálido y 6, Rojo. (López, 2003a).

#### FORMA DEL FRUTO



**Figura 3.9.** Formato para evaluar forma del fruto en tomate bola (Hazera, 1999).

### 3.15 Análisis estadísticos

Para las variables altura, nudos y floración se determinaron ecuaciones de regresión. En el caso de rendimiento y calidad se realizaron análisis de varianza; cuando se encontraron diferencias significativas se aplicó una comparación entre medias utilizando la prueba mínima significativa (DMS) al 5%. Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998).

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Altura de plantas

Para la variable altura de planta se obtuvieron ecuaciones de regresión (Cuadro 4.1). Donde se estimó en base a las ecuaciones obtenidas, a los 50 y 100 ddt, el crecimiento que la planta presenta conforme avanza su ciclo productivo.

La mayor altura a los 50 ddt, se presentó con el tratamiento con fertilización orgánica y compost normal con valores de 81.86 cm, mientras que a los 100 ddt el tratamiento que mostró mejor crecimiento fue el orgánico con composta con yeso, con valores de 153.19 cm. Respecto al tratamiento que presentó menor altura, en cuanto a la fertilización con té y compost con yeso se tienen valores de 47.03 cm, esto a los 50 ddt, mientras que a los 100 ddt el de menor crecimiento fue la fertilización inorgánica con compost con yeso.

Alifas (2006) reporta un crecimiento de 245.5 cm para el tratamiento de arena con compost (1:1) con fertilización orgánica, para el mismo genotipo aquí estudiado, lo cual no concuerda con los resultados obtenidos. Mientras que Moreno *et al.* (2005) mencionan que no existe variación de alturas a diferentes niveles de vermicompost.

**Cuadro 4.1** Ecuaciones de regresión para la variable altura de plantas evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

Fertilización	compost	Altura		ddt	
		Ecuación	r <sup>2</sup>	50	100
Orgánica	Normal	$y = 1.3758x + 13.071$	0.9728	81.86	150.65
Orgánica	Yeso	$y = 1.3656x - 16.638$	0.9851	51.64	153.19
Té	Normal	$y = 0.8753x + 16.496$	0.959	60.26	104.02
Té	Yeso	$y = 1.0917x - 7.5485$	0.9467	47.03	101.62
Inorgánica	Normal	$y = 0.8445x + 16.771$	0.8884	58.99	101.22
Inorgánica	Yeso	$y = 1.0077x + 1.1825$	0.9563	51.56	101.95

#### 4.2 Número de nudos

Para la variable número de nudos se obtuvieron ecuaciones de regresión (Cuadro 4.2). Donde se estimó en base a las ecuaciones obtenidas, a los 50 y 100 ddt, la cantidad de nudos que la planta presenta conforme avanzó su ciclo de desarrollo.

El mayor número de nudos a los 50 y 100 ddt, lo presentó el tratamiento con fertilización orgánica y composta normal con valores de 19.23 y 36.02 nudos, respectivamente, mientras que de igual forma a los 50 y 100 ddt el tratamiento que mostró menor número de nudos fue el té con compost con yeso, con valores de 12.09 y 24.46 nudos respectivamente.

Estos resultados indican que el tratamiento fertilización a base de té con compost con yeso no tiene un gran número de nudos y tampoco una gran altura al tener los valores más bajos también para la altura de la planta. Esto no concuerda con lo citado por Ochoa (2007), al estudiar tres diferentes genotipos entre los cuales se encuentra el genotipo Romina, ya que en su experimento el

tratamiento con té de composta tuvo más altura que el resto de los tratamientos.

**Cuadro 4.2** Ecuaciones de regresión para la variable número nudos de plantas evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

Fertilización	Compost	Nudos		Número de nudos (ddt)	
		Ecuación	$r^2$	50	100
Orgánica	Normal	$y = 0.3358x + 2.4431$	0.9591	19.23	36.02
Orgánica	Yeso	$y = 0.3188x - 2.4699$	0.9782	13.47	29.41
Té	Normal	$y = 0.2371x + 3.1049$	0.9571	15.46	26.81
Té	Yeso	$y = 0.2473x - 0.2695$	0.9023	12.09	24.46
Inorgánica	Normal	$y = 0.2334x + 3.4909$	0.9645	15.16	26.83
Inorgánica	Yeso	$y = 0.2739x + 0.2828$	0.9809	13.97	26.67

### 4.3 Floración

Se obtuvieron ecuaciones de regresión (Cuadro 4.3) de las cuales se estimaron los ddt en que aparecieron las flores de los racimos tres y seis con las ecuaciones de regresión.

En el caso del tercer racimo, la primera floración aparece a los 48.32 ddt en el tratamiento con fertilización orgánica con compost normal, de igual manera para el racimo seis este tratamiento fue el más precoz al presentar la primera floración a los 92.68 ddt.

En cuanto al tratamiento que mostró mayor tiempo en presentar la primera floración en el tercer racimo se tiene al té con compost con yeso

presentándola a los 68.82 ddt y para el racimo seis el más tardío fue el de fertilización inorgánica con compost con yeso, presentándola a los 123.26 ddt.

Según Castilla (1995) menciona que se debe transplantar cuando la plántula tenga de 30 -35 días después de la siembra. Entonces la precocidad o la tardanza a la floración depende de que tan a tiempo se hagan las actividades de trasplante que la planta necesita. Respecto a Borrallas (2006) que reporta el inicio de floración para el genotipo aquí estudiado con una media de 62 ddt para el primer racimo, esto no concuerda ya que en este estudio se ve ampliamente superada la precocidad a la floración con respecto a su trabajo.

**Cuadro 4.3** Ecuaciones de regresión para la variable inicio de floración evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

Fertilización	Compost	Floración inicio		Racimos (ddt)	
		Ecuación	r <sup>2</sup>	3	6
Orgánica	Normal	$y = 14.786x + 3.9643$	0.9801	48.32	92.68
Orgánica	Yeso	$y = 13.619x + 26.839$	0.9804	67.69	108.55
Té	Normal	$y = 19.06x + 4.4821$	0.9685	61.66	118.84
Té	Yeso	$y = 17.119x + 17.464$	0.9413	68.82	120.17
Inorgánica	Normal	$y = 15.321x + 12.929$	0.9496	58.89	104.85
Inorgánica	Yeso	$y = 19.262x + 7.6964$	0.966	65.48	123.26

En lo que respecta a la fecha de fin de floración o etapa en que la flor ya se encuentra fecundada. Para esta variable se hicieron ecuaciones de regresión (cuadro 4.4) donde se estiman los ddt en que el racimo termino o están fecundadas las cuatro flores que serán las de interés para la producción.

De acuerdo a las ecuaciones de regresión para el tercer racimo el tratamiento que fue fecundado más rápidamente es el orgánico con compost normal obteniendo un termino de la floración a los 68.41 ddt, mientras que el tratamiento que más tiempo tardo en terminar con la fecundación de la flor para el tercer racimo, se encontró al de fertilización inorgánica con compost con yeso con un termino a los 93.85 ddt.

Para el racimo seis se observo que el de mayor precocidad fue el tratamiento orgánico con composta normal obteniendo un valor de 109.58 ddt y para el más tardío tenemos al tratamiento inorgánico con composta con yeso con un valor de 147.01 ddt.

En cuanto al tiempo de inicio a fin de la floración en lo que corresponde al tercer racimo se tiene que tiene una duración de exactamente 20 días, mientras que para el sexto racimo solo es una duración de 17 días.

**Cuadro 4.4** Ecuaciones de regresión para la variable fin floración evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

Fertilización	Compost	Floración fin		Racimos (ddt)	
		Ecuación	r <sup>2</sup>	3	6
Orgánica	Normal	$y = 13.726x + 27.232$	0.9637	68.41	109.58
Orgánica	Yeso	$y = 12.399x + 50.018$	0.8901	87.21	124.41
Té	Normal	$y = 16.333x + 35.5$	0.9524	84.49	133.49
Té	Yeso	$y = 14.601x + 47.857$	0.8725	91.66	135.46
Inorgánica	Normal	$y = 14.905x + 38.304$	0.9292	83.01	127.73
Inorgánica	Yeso	$y = 17.72x + 40.696$	0.8872	93.85	147.01

## 4.4 Calidad del fruto

### 4.4.1 Peso promedio del fruto

El análisis de varianza para el peso del fruto (Cuadro A.1) mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos, mostrando un peso promedio de 143.76 g y un coeficiente de variación de 31.5%, se encontraron cuatro grupos de significancia. Los tratamientos de mayor peso estadísticamente fueron, orgánicos con normal y orgánico con yeso con 195.28 y 173.30g, respectivamente, siendo el de menor peso, inorgánico con yeso con 57.86 g (Cuadro 4.5).

Los resultados obtenidos en este trabajo no son semejantes con los citados por, Borrallas (2006), quien evaluó este mismo genotipo y bajo la misma fertilización de tomate bajo condiciones de invernadero, en el cual obtuvo una media de 190.8 g, tampoco concuerda con los citados por García (2006) quien con el mismo genotipo en condiciones orgánicas y bajo condiciones de invernadero obtuvo una media de 114.8 g.

**Cuadro A.1** Análisis de varianza para la variable peso promedio del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamiento	5	275758.34	55151.66	26.88	0.0001
Error	121	248234.85	2051.52		
Total	126	523993.19			

### 4.4.2 Diámetro polar

En esta variable se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos(Cuadro A.2), con una media de 5.40 cm de diámetro polar y con un coeficiente de variación de 9.43, se encontraron cuatro grupos de significancia sobresaliendo el tratamiento orgánico con normal con 6.0 cm de

diámetro polar, mientras que el tratamiento de menor valor fue inorgánico con yeso con 4.24cm de diámetro polar (Cuadro 4.5).

En cuanto a esta variable de diámetro polar, los resultados obtenidos demuestran cierta similitud con los obtenidos por García (2006), quien obtiene una media de 5.7 cm. Estos valores no concuerda a los citados por Borrallas (2006) quien reporta para la mezcla de compost con arena y fertilización con té de compost un valor de 7.9 cm.

**Cuadro A.2** Análisis de varianza para la variable diámetro polar del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamiento	5	55.14455891	11.02891178	42.40	0.0001
Error	121	31.47260645	0.26010419		
Total	126	86.61716535			

#### 4.4.3 Diámetro ecuatorial

En el análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial (Cuadro A.3), se encontró diferencia altamente significativa entre los diferentes tratamientos, con una media de 6.4 cm de diámetro ecuatorial y con un coeficiente de variación de 13.3, se encontraron cuatro grupos de significancia sobresaliendo el tratamiento orgánico con compost normal con 7.35 cm de diámetro ecuatorial, mientras que el tratamiento de menor valor fue inorgánico con yeso con 4.78 cm de diámetro ecuatorial (Cuadro 4.5).

Para esta variable Borrallas (2006) en la mezcla de arena con composta y fertilización con té de compost reporta un diámetro ecuatorial de 7.5 cm, lo cual no se asemejan con el obtenido en el presente trabajo, dicho tratamiento concuerda con el tratamiento mas destacado en este trabajo, el cual fue el orgánico con composta normal obteniendo 7.3 cm de diámetro ecuatorial. Este trabajo concuerda con los resultados obtenidos por García (2006), mostrando una media de 6.5 cm.

**Cuadro A.3** Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

F V	G L	S C	C M	F	P > F
Tratamiento	5	92.05428993	18.41085799	25.18	0.0001
Error	121	88.45468644	0.73103047		
Total	126	180.50897638			

**Cuadro 4.5** Variable calidad del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

Tratamiento	Peso del fruto (g)	Diámetro Polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)
Orgánico-Normal	195.28 a	6.00 a	7.35 a
Orgánico-Yeso	173.30 ab	5.85 a	6.94 ab
Té-normal	163.11 b	5.80 ab	6.66 bc
Té-Yeso	132.24 c	5.42 b	6.28 c
Inorgánico-Normal	115.45 c	4.67 c	6.13 c
inorgánico Yeso	57.86 d	4.24 d	4.78 d
CV	31.50	9.43	13.30
Media	143.76	5.40	6.42

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

#### 4.4.4 Sólidos solubles (°Brix)

En el análisis de varianza de esta variable arrojó diferencia altamente significativa entre tratamientos (Cuadro A.4), con una media de 5.17 °Brix y con un coeficiente de variación de 23.43, se encontraron tres grupos de significancia sobresaliendo la fertilización inorgánica con compost normal con 8.31 °Brix, mientras que el tratamiento que presentó menos °Brix en esta variable fue el té con compost con yeso con 3.84 °Brix (Cuadro 4.6).

En cuanto al resultado de esta variable no demuestra parentesco con los citados por Ochoa (2007) quien obtuvo para el genotipo Romina 4.16 °Brix,

mientras en este resultado se obtuvo un valor mas alto y muestra una superación de sólidos solubles muy significativa, y tampoco concuerdan con los citados por Borrallas (2006) que con el mismo genotipo que el evaluado en este trabajo, cita un valor de 4.3 °Brix, siendo que este también se vio superado por la media obtenida en esta investigación.

Los resultados obtenidos cumplen con la norma citada por Diez (1995) quien afirma que en tomate destinado para procesado y consumo en fresco, el contenido de los sólidos solubles se sitúa entre 4.5 y 5.5 ° Brix.

**Cuadro A.4** Análisis de varianza para la variable grados Brix del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

F V	G L	S C	C M	F	P > F
Tratamiento	5	416.39	83.27955689	56.56	0.0001
Error	121	178.16	1.47244624		
Total	126	594.56			

#### 4.4.5 Espesor de pulpa

Al realizar el análisis de varianza para la variable espesor de pulpa (Cuadro A.5) se encontró diferencia altamente significativa entre los genotipos, obteniéndose una media de 0.72 cm y un coeficiente de variación de 16.73, el mayor espesor lo presentó la fertilización orgánica con compost normal con 0.81 cm y siendo el de menor espesor de pulpa el inorgánico con compost con yeso con 0.59 cm (Cuadro 4.6).

Estos resultados no demuestran coincidencia con los citados por Borrallas (2006) quien reporta una media de 0.8 cm de espesor de pulpa, el cual supera al de la presente investigación. Alifas (2006) reporta para el genotipo Romina con fertilización orgánica y una mezcla de compost y arena de 1:1 un valor de 0.76 cm, mientras que en este trabajo el resultado para el mismo genotipo y la misma fertilización fue de 0.81 cm, siendo este último mayor.

**Cuadro A.5** Análisis de varianza para la variable espesor de pulpa del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

F V	G L	S C	C M	F	P > F
Tratamiento	5	0.77523125	0.15504625	10.58	0.0001
Error	121	1.77390261	0.01466035		
Total	126	2.54913386			

#### 4.4.6 Número de lóculos

El análisis de varianza para la variable número de loculos (Cuadro A.6) se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos, obteniendo una media de 3.91 y un coeficiente de variación de 33.19, presentando el mayor número de lóculos la fertilización inorgánica con compost normal con 5.35, mientras que el menor número de lóculos lo presento la fertilización orgánica con composta normal con 3.44 lóculos (Cuadro 3.6).

Alifas (2006) reportó para el genotipo Romina 6.0 lóculos, estos resultados no concuerdan con los obtenidos en esta investigación ya que se ve claramente superado. Mientas que concuerdan muy bien con los reportados por García (2006) al presentar un valor de 3.9 número de loculos.

**Cuadro A.6** Análisis de varianza para la variable numero de loculos del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

F V	G L	S C	C M	F	P > F
Tratamiento	5	41.81296083	8.36259217	4.95	0.0004
Error	121	204.23428326	1.68788664		
Total	126	246.04724409			

**Cuadro 4.6** Variable calidad del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

Tratamiento	°Brix	Espesor de pulpa (cm)	Numero de lóculos.
Orgánico-Normal	4.33 bc	0.81 a	4.07 b
Orgánico-Yeso	4.02 c	0.79 ab	3.44 b
Té-normal	3.93 c	0.72 bc	4.05 b
Té-Yeso	3.84 c	0.67 c	3.68 b
Inorgánico-Normal	8.31 a	0.67 cd	5.35 a
inorgánico Yeso	7.57 ab	0.59 d	3.45 b
CV	23.43	16.73	33.19
Media	5.17	0.72	3.91

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

#### 4.4.7 Color, forma y hombros del fruto

Al analizar los tratamientos por medio de obtener la moda en cada una de las variables, se obtiene que no hay mucha diferenciación entre cada uno de los diferentes tratamientos. En cuanto a el color exterior del fruto maduro presentó diferentes tonalidades de rojo (rojo claro a rojo oscuro) sobresaliendo el (32A) que es un color rojo claro. En cuanto al color interior también se encontro que el de mayor presencia es el (31A) siendo un color rojo un poco oscuro. Para la forma del fruto se utilizó el formato técnico de la comercializadora de semillas Hazera (1999) y tenemos que la forma de fruto mas predominante fue (1) globoso profundo y para el tratamiento té con compost normal tenemos que también sobresalió el fruto (3) achatado profundamente. En la variable de los hombros muestra que los frutos son uniformes (U), al presentar poca variación en su coloración. (Cuadro 4.7).

Estos resultados no concuerdan con García (2006) que reporta para el genotipo Romina en la forma del fruto como forma (2) que es un fruto globoso, mientras que si concuerda en lo que es hombros del fruto al sobresalir

la forma uniforme y también el lo que es el color al tener una variación en las tonalidades rojo.

**Cuadro 4.7** Variable calidad del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en invernadero, tomando las modas de los análisis en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

Tratamiento	Forma Fruto	hombros	Color Exterior	Color Interior
Orgánico-Normal	1	G	32A	31A
Orgánico-Yeso	1	U	32A	35C
Té-normal	1y3	U	26A,32A	31B
Té-Yeso	1	U	32A	21A, 29A
Inorgánico-Normal	1	U	43A	42B
inorgánico Yeso	1	U	30A	31A

#### 4.5 Rendimiento total

El análisis para la variable rendimiento (Cuadro A.7) arrojó diferencia altamente significativa entre tratamientos, con una media de 92.12 t.ha<sup>-1</sup> y un coeficiente de variación de 36.56, se encontraron tres grupos de significancia sobresaliendo los tratamientos; fertilización orgánica con compost normal y con yeso, con rendimientos de 157.66 y 130.71 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, mientras el tratamiento de menor rendimiento fue el inorgánico con compost con yeso con 40.14 t.ha<sup>-1</sup> (Cuadro 4.8).

El tratamiento mejor comportado en este trabajo muestra una leve superación a comparación con los citados por García (2006) ya que con el mismo genotipo y la misma fertilización obtuvo un rendimiento de 150.6 t.ha<sup>-1</sup>, mientras que en este trabajo se obtuvieron 157.66 t.ha<sup>-1</sup>, mientras que si comparamos con la media obtenida en este trabajo, esta se ve altamente superada.

**Cuadro A.7** Análisis de varianza para la variable rendimiento del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamiento	5	106432.19	21286.439	18.75	0.0001
Error	54	61292.51	1135.046		
Total	59	167724.716			

**Cuadro 4.8** Variable rendimiento total del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

Tratamiento	Rendimiento	Rendimiento
	t.ha <sup>-1</sup>	K.m <sup>-2</sup>
Orgánico-Normal	157.66 a	15.7 a
Orgánico-Yeso	130.71 a	13.0 a
Té-normal	96.21 b	9.6 b
Té-Yeso	80.80 b	8.0 b
Inorgánico-Normal	47.26 c	4.7 c
inorgánico Yeso	40.14 c	4.0 c
CV	36.56	36.56
Media	92.12	9.2

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

## V CONCLUSIONES

Después de haber realizado los análisis de varianza y las ecuaciones de regresión correspondientes para cada una de las diferentes variables evaluadas dentro de este experimento, se generan las siguientes conclusiones:

Dentro de la variable de altura de planta, el tratamiento orgánico con composta normal mostró un mayor crecimiento a comparación con los otros tratamientos con 81.86cm, esto es para los primeros 50 DDT. De igual manera para los 100 DDT los tratamientos que mostraron el mejor crecimiento fueron la fertilización orgánica con compost normal y con yeso. Hablando del crecimiento total estos son los tratamientos que por mucho superaron a los demás.

Para la variable de número de nudos tenemos que de igual forma los tratamientos orgánico con los dos tipos de compost son los que mejor se comportan, presentándose como el mejor el de la compost normal con 19.23 y 36.02 nudos a los 50 y 100 DDT, respectivamente, superando por poco a la compost con yeso, y siendo muy superior a los otros tratamientos, obteniendo el mas bajo solo 12.09 y 24.46 nudos respectivamente a los mismos DDT.

Respecto a la variable floración, de acuerdo a los resultados arrojados por las ecuaciones de regresión, tenemos que el tratamiento mas precoz al inicio de la misma es el orgánico con compost normal, con un inicio de floración a los 18.75 DDT, de igual forma es el que mas rápido se fecunda.

En cuanto a la calidad del fruto se encontró diferencia altamente significativa para todas las variables (peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, espesor de pulpa, ° Brix y número de loculos), siendo superior el tratamiento orgánico con compost normal en las primeras cuatro variables, al presentar datos de ; 195.28g, 6.0cm, 7.35cm y 0.81cm respectivamente para cada una de las variables. En cuanto a las dos últimas variables tenemos que el tratamiento inorgánico con compost normal es el que mejores resultados presenta con 8.31 ° Brix y 5.35 loculos. Esto nos demuestra que este último tratamiento le da un mejor sabor al fruto, pero, no es competitivo en muchas otras características con el primero.

En lo que es la forma, hombros y color del fruto, tenemos que el fruto que más se presenta es de una forma (1) globoso profundo y con una madurez uniforme. En cuanto al color, este presenta un color rojo claro (32A) en la parte externa y un rojo más oscuro en la parte interna (31A), estos resultados son obtenidos en base a las medias arrojadas por el análisis estadístico.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo se comprueba que la mejor fertilización es la orgánica a comparación con la inorgánica y el té de compost, de igual forma el compost que mejores resultados ofrece es la normal (no contiene yeso), esto es para el genotipo aquí estudiado que es el Romina. Estos resultados nos abren un panorama y una alternativa más en la producción de tomate bajo condiciones controladas.

## VI RESUMEN

En la actualidad la tendencia en la agricultura es encontrar alternativas que garanticen el incremento de los rendimientos y disminuyan el uso de químicos, poseedores de un elevado riesgo de contaminación para el ambiente. Esto se puede lograr al utilizar técnicas encaminadas a una agricultura orgánica, utilizando productos orgánicos; mismos que contienen una gran cantidad de microorganismos benéficos y elementos esenciales para los cultivos. Otra tendencia de mucha importancia es la cuestión de producir obteniendo altos rendimientos y una buena calidad y, además, tiene que ser durante todo el año. Esta alternativa la encontramos en la producción en sistemas controlados como es el caso de los invernaderos.

El presente experimento tubo como objetivo evaluar el té de compost en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero para comparar el rendimiento y calidad del mismo con la fertilización orgánica e inorgánica, de igual forma obtener que tipo de compost es mejor, si la normal o la que contiene yeso y, dependiendo a los resultados dar una recomendación de cual es la mejor alternativa tanto de fertilización como de tipo de compost que ayude a, si ya no a mejorar, al menos a no seguir deteriorando el ambiente.

La presente investigación se llevo a cabo en el invernadero del campo experimental CELALA – INIFAP, ubicado en el km 17.5 de la Carretera Torreón - Matamoros. Los tratamientos fueron distribuidos con un sistema completamente al azar, con seis repeticiones.

Los tratamientos evaluados fueron mezclas de 1:1 de arena con cada una de las compost (normal y con yeso), con una repetición de cada una de ellas para las tres fertilizaciones (té, orgánica e inorgánica).

La siembra se realizó el 8 de Septiembre del 2006 en charolas germinadoras de 200 cavidades, el sustrato para germinación que se utilizó fue Peat Most, mientras que el trasplante se realizó el día 20 de Octubre del mismo año, en masetas de 20 L de capacidad. Las variables a evaluar fueron: altura, número de nudos, floración (ddt), rendimiento ( $t \cdot ha^{-1}$ ), peso de fruto (g), diámetro polar y diámetro ecuatorial (cm), forma del fruto, número de lóculos, espesor de pulpa (cm), sólidos solubles ( $^{\circ}$  Brix) y color externo e interno del fruto.

En cuanto a los resultados obtenidos de acuerdo a las ecuaciones de regresión, se observa que el tratamiento que obtuvo una mayor altura, mayor número de nudos y fue más precoz a la floración al fertilizado de manera orgánica y teniendo como sustrato la compost normal.

En lo que es el rendimiento y la calidad del fruto encontramos que de igual forma el mismo tratamiento obtiene las mejores características, solo superado en los grados brix y número de loculos por el tratamiento fertilizado de manera inorgánica y con composta normal.

Con esto se concluye que la fertilización orgánica mezclada con compost normal, es una buena alternativa de producción a nivel comercial, obteniendo altos rendimientos a bajo costo y de muy buena calidad el producto final.

## VII LITERATURA CITADA

- Alpi, A. y F. Tognoni. 1999. Cultivo en invernadero. 3a ed. Ediciones Mudi. Prensa Madrid., Mexico pp. 76-77.
- Ansorena, M., J. 1994. Sustratos: Propiedades y Caracterización. Ed. Mundi-prensa. Madrid, España. pp. 11-15
- Barrios. C. O., 2004 disponible en [http://www.fucoa.gob.cl/pdf\\_zip/capacitacion/manual\\_invernadero.pdf](http://www.fucoa.gob.cl/pdf_zip/capacitacion/manual_invernadero.pdf) [en línea] (28/08/ 2007.)
- Baytorun, A. N.; S. Topcu, K. Abak and Y Dasagan, 1999. Growth and production of tomatoes in greenhouses at different temperature levels. Univ. Cokurova, Depto Agri- Engn/Adanal. Turkey. 64 (1). Pp 33-39.
- Borrallas, V. L. (2006). Producción de tomate orgánico bajo condiciones de invernadero fertilizado con té de composta. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón Coah.
- Burgueño, C.H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero. Diapositivas 102-104. En: Memorias del primer simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de tomate. Papa y otras solanáceas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo. Coahuila. México.
- Buras, S. 1997. Sustratos. Ed. Aerotécnicas. Madrid, España. pp. 265-274.
- Calderón, S. F. 2001. La solución nutritiva. [http://www.drcalderonlabs.com/Hidroponicos/La\\_Solucion\\_Nutritiva.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Hidroponicos/La_Solucion_Nutritiva.htm) [en línea] (19/09/2007) Colombia.
- Calderón, S. F. 2002. Requerimientos nutricionales de un cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en la Sabana de Bogotá. Dr. Calderón Laboratorios Ltda. Avda. 13 No. 87 – 81. Bogotá D. C. Colombia S. A. Pp 29.
- Cano R. P., Moreno R. A., Marquez H. C., Rodríguez D.N., y Martínez C. V 2003. producción organica de tomate bajo invernadero en laComarca Lagunera: en Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, manejo y producción Torreón Coahuila. Octubre 13,14 y 15 del 2004. p 106.
- Cano R. P., Marquez H. P., Figueroa V. U., Rodríguez D. N., Martínez C. V., y Moreno R. A. 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. 30-54.

- Cano R.P., Marquez H.C., Chew M. Y.I., Resendez M. A., y Rodriguez D. N. 2005. producción de tomate cherry bajo invernadero Revista Chapingo Serie Horticultura 12 (2): Pp. 183-187.
- Cano R. P., Lopez E. J. I., Rodríguez D.N., y Chew M. Y.I 2003. Nuevos híbridos de tomate bola para producción en invernadero en la Comarca Lagunera. En: XV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Memorias (9; 2003) Gómez Palacio, Durango, México. UJED. Pp. 295-300.
- Cano R. P., Lopez E. J. I., Rodríguez D.N., Chavez G. J. F., y Chew M. Y.I 2002. producción de híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero en épocas de escasez. En XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Memorias (9; 2002) Gómez Palacio, Durango, México. UJED. pp. 220-225.
- Cano R.P., Rodríguez D.N., Chew M. Y.I., Jimenez D. F., y Nava C. U. 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.
- Cascadia Consulting Group, Inc., 2001. Submitted to:Office of Environmental ManagementCity of Seattle.Pp. 17-18. <http://www.cityofseattle.net/environment/Documents/Final%20Compst%20Tea%20report.pdf> el consultado el 27 de septiembre de 2007.
- Castilla N. 2005. Invernaderos de plástico, tecnología y manejo Primera Edicion Editorial Mundi-prensa. Madrid España.
- Castillas, P. N. 1999. Manejo del cultivo intensivo con suelo; pp 191-211. En: F. Nuez (Ed.) El cultivo del tomate. Editorial Mudi- Prensa México.
- Cásseres E. 1984. Producción de hortalizas. Tercera edición. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. Pp. 71- 85.
- Castellanos, J. Z. y Muñoz R. J. 2003. Manual de producción hortícola en invernadero INCAPA. Pp. 148-314.
- Centro Nacional de Investigaciones, Relación Agua- Suelo- Planta- Atmósfera,CENID- RASPA. 2000. Datos climáticos históricos de 1975 al 2000. Gómez Palacio Dgo. Méx.
- Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1990. programa de mejoramiento de cultivos. Informe técnico N° 151. Editorial Zurriaba. Costa Rica.
- Cervantes, F.M. 2004. abonos Orgánicos (En línea). [www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm). [consulta 11/09/2007]

- Comision de Estudios del Territorio Nacional, CETENAL. 1970. Carta topográfica. Escala 1:50,000. México, D. F.
- Cockshull, K. E. 1988. The integration of plant physiology with physical changes in the greenhouse climate *Acta Hort.* 229. pp. 113- 123.
- Comision Nacional del Agua, CNA. 2002. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.
- Chamarro, L. J. 1999. Anatomía y Fisiología de la planta , pp 43- 87 En: F Nuez (Ed) *El Cultivo del tomate*. Editorial Mudi- Prensa México.
- Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta, pp 43-87. en: F. Nuez (ed.) *el cultivo del tomate*. Editorial Mundi-prensa México.
- Demarchi, C. 2000. Los productos orgánicos ganan más espacio. *Gazeta Mercantil Latinoamericana*. Negocios. Semana del 2 al 8 de octubre de 2000.
- De la Cruz R. R.A. Aprovechamiento de residuos organicos a traves de composteo y lombricomposteo 5o. Simposio Nacional de Horticultura - Octubre 2005 – UAAAN. Departamento de Fitomejoramiento U.A.A.A.N.
- Diez J, M. 1999. Tipos varietales. Pp. 95-129. En: F. Nuez (Ed.) *El Cultivo del Tomate*. Editorial Mundi-Prensa México. 250 p.
- Dodson, M., Bachmann J. & Williams P. 2002. *Organic Greenhouse Tomato Production*. ATTRA. USDA.
- Feito, D. I. 1999. Tecnología Agroalimentaria. CIATA. Edición especial 1999. horticultura. <http://www.serida.org/pdfs/02054.pdf> [en línea] (17/09/2007).
- García, C., R. 1996. Vermicomposta e inoculación micorrizica en maíz y cebolla cultivados en tepetate. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos. Chapingo, México.
- Gil V., L y L. Miranda V. 2000. Producción de jitomate rojo en hidroponía bajo invernadero. Serie de publicación Agribot. Chapingo, Mexico.
- Godínez, J.A 2003. Los fertilizantes en México. En fertilizantes y enmiendas de origen mineral Ediciones Panorama minero.
- Gómez, C. M. A. y Gómez, T. L. 1999. El mercado mundial de la hortofruticultura orgánica en México. VII Congreso de Horticultura. 25 al 30 abril de 1999, Manzanillo, Col.

- Gómez C. M. Á. L. Gómez T.; y R. Schwentesius R. 2003. La Agricultura Orgánica en México. En: Producción, comercialización y certificación de la agricultura orgánica en América Latina. CIESTAAM-AUNA, Edo. De México, pp. 91-108.
- González, R. A. 1991. Efectos de diferentes sistemas de podas, sobre rendimiento y calidad del fruto del tomate. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Hazera, Quality Seed Ltd (HAZERA). 1999. Quality Seeds Tomato. Ficha técnica. Israel. 2 p.
- Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. pp. 163-171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1166pp. Brurin Israel.
- Informe técnico No 151. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Proyecto regional de manejo integrado de plagas. Editorial CATIE Ediciones Turrialba, Costa Rica, 1999.
- Kinet, J. M. 1977. Effect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato Sci. Hort. 6: 15-26.
- Kremen A. y C. Greene and J. Hanson. 2004. Organic produce, price premiums, and eco-labeling in U.S. farmers' markets. Economic Research Service, USDA, VGS-301-01, USA, 12p.
- Lamas, N. M. A., N Flores O., G Sánchez R y R. Galavis R. 2003. Agricultura Orgánica. FIRA. Boletín informativo. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. Boletín Informativo. Num. 332 Vol. XXXV.
- La Prensa, 2007. Aumenta la Agricultura Orgánica. El diario de los nicaragüenses. Ed. No 23741.(Online) Available at <http://www.ni.laprensa.com.ni/archivo/2005/marzo/04/campoyagro/campoyagro-20050304-01.html> (Verificado 18 Oct 07).
- López E. J. I. 2003. Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero Tesis. Licenciatura. UAAAN-UL.
- Márquez, H. C., Cano, R. P., 2004 Producción de tomate orgánico bajo invernadero, En: 2do. Simposium Internacional de Producción de Cultivos en Invernadero. Ch C Leal, J AG Garza (Eds) del 20 y 21 de mayo 2004 en Monterrey Nuevo León, fundación UANL y facultad de agronomía de UANL. Pp. 1-11.
- Márquez H. C., Cano R. P., Chew M. Y. I., Moreno R. A., Rodríguez D. N. 2006. Sustratos en la producción de tomate orgánico bajo invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura 12 (2): Pp. 183-188.

- Márquez H. C., Cano R. P., y Cueto M. V., 2005. Fertilización orgánica para la producción de tomate bajo invernadero, En: 3er. Simposium Internacional de Producción de Cultivos en Invernadero. Ch C Leal, J AG Garza (Eds) Monterrey Nuevo León, fundación UANL y facultad de agronomía de UANL. Pp. 1-13.
- Melgarejo, R., M. y I. Ballesteros M. 1997. Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y nutricionales del humus de lombriz y compost. Derivados de diferentes sustratos. Universidad
- ✂ Melo C. J., (2007). Fertilización orgánica e inorgánica de tomate bajo invernadero, tesis de licenciatura UAAAN UL. Torreón Coahuila. 10p.
- ✂ Moreno, R A, Valdés P. M. T y Zarate L. T. (2005) Desarrollo de tomate en sustrato de vermicomposta/arena bajo condiciones de invernadero. Agricultura Técnica (Chile):65(2):27-34.
- Muñoz R J J (2003). El cultivo de tomate en invernadero. En: Manual de Producción Hortícola en Invernadero. Muños R. J.J. y J. Castellanos Z (Eds). INCAPA Celaya, Gto, México. 226 p.
- Namensy A. 2004. Tomates producción y comercio Ediciones de Horticultura, S.L. Barcelona España. Pp. 23 – 33.
- ✂ Nuez, F. 1995. El cultivo del jitomate. Ediciones Mundi – Prensa, Barcelona, España. Pp 45 - 87.
- ✂ Nuez, F. 2001. El cultivo del jitomate. Ediciones Mundi – Prensa, Barcelona, España.
- Nuez, V. F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp 626-669. en: Nuez (ed.) el cultivo del tomate. Editorial Mundi-prensa, México.
- Perez, G., M y R. Castro B. 1999. Guia para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Boletín de divulgación 3. departamento de fitotecnía, UACH, Mexico.
- Pérez, M. D. 2001 evaluación de de micro nutrientes aplicados en las solución nutritiva y foliarmente para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum mill*) bajo condiciones de hidroponía. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón Coahuila México. Pp. 35.
- Ponencia presentada en el “Taller Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza”, realizado en Turrialba, Costa Rica, del 19 al 21 de mayo del 2003, y organizado por el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), la Unidad Regional de Asistencia Técnica (RUTA), el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

- Porta J.L., Acevedo, M; Roquero C. 2003 Edafología para la agricultura del medio ambiente. Tercera Edición. Editorial Mundi-prensa 929p
- Quintero, S. R. 2000. El cultivo del aguacate orgánico en México. Curso internacional para inspectores orgánicos IFOAM/BIOAGRICOOOP. Volúmen I. ExHacienda Caracha, Uruapan, Michoacán, México. Abril del 2000. Instituto Politécnico Nacional, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Centro de Investigación y Desarrollo en Agricultura Orgánica de Michoacán, CIECAS, Fundación Produce Michoacán y SAGAR.
- Resh H.M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España. Pp 275, 279, 425-471.
- Rhodes, J.D., Candía y A.M Mashali., 1992 The use of salina waters for crop production. FAO. Irrigation an drainage. Paper No 48 Roma.
- Rodríguez R. R., Tabares R. J. y J. Medina S. 1997. Cultivo Moderno del tomate. Segunda Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España. Pp. 65-81.
- Sade, A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas Naciones Generales. Rejovot. Israel. 143p.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, SAGARPA,. 2002 [http://www.cea.sagar.gob.mx/diagro/analisis/entomate.html-6kanalisis agropecuario del tomate](http://www.cea.sagar.gob.mx/diagro/analisis/entomate.html-6kanalisisagropecuario%20del%20tomate) .
- Samperio, R. G. 2004. Un paso más en la hidroponía. 1ª edición. Editorial Diana S.A de C.V. México D. F. Pp 57 - 71.
- Sánchez del C. F. 2005. Elementos para el manejo de la nutrición vegetal. Memorias del Congreso del tomate. (Mayo 2005) Capitulo 3.
- San Juan L. J. 2005. Fertilización Orgánica en tomate bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreon Coahuila.
- SAS. 1998. Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998). Edition Cary N:C: United States of America.
- Valadéz, L. A. 1990 producción de hortalizas. Editorial Limusa, México D. F. Pág. 198- 222.
- Wittwer, S. y Honma, S. 1979. Greenhouse tomatoes, lettuce and cucumbers. Michigan State University Press. EUA. Pp. 225
- Zaidan, O. y A. Avidan,(1997). CINDACO. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel.

## APENDICE

**Cuadro A.1** Análisis de varianza para la variable peso promedio del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

F V	G L	S C	C M	F	P > F
Tratamiento	5	275758.34	55151.66	26.88	0.0001
Error	121	248234.85	2051.52		
Total	126	523993.19			

C.V = 31.50 %

**Cuadro A.2** Análisis de varianza para la variable diámetro polar del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

F V	G L	S C	C M	F	P > F
Tratamiento	5	55.14455891	11.02891178	42.40	0.0001
Error	121	31.47260645	0.26010419		
Total	126	86.61716535			

C.V = 9.43 %

**Cuadro A.3** Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

F V	G L	S C	C M	F	P > F
Tratamiento	5	92.05428993	18.41085799	25.18	0.0001
Error	121	88.45468644	0.73103047		
Total	126	180.50897638			

C.V = 13.30 %

**Cuadro A.4** Análisis de varianza para la variable grados Brix del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

F V	G L	S C	C M	F	P > F
Tratamiento	5	416.39	83.27955689	56.56	0.0001
Error	121	178.16	1.47244624		
Total	126	594.56			

C.V = 23.43 %

**Cuadro A.5** Análisis de varianza para la variable espesor de pulpa del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

F V	G L	S C	C M	F	P > F
Tratamiento	5	0.77523125	0.15504625	10.58	0.0001
Error	121	1.77390261	0.01466035		
Total	126	2.54913386			

C.V = 16.73 %

**Cuadro A.6** Análisis de varianza para la variable numero de loculos del fruto evaluando producción de tomate con té de compost bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2006-2007, CELALA - INIFAP, 2007.

F V	G L	S C	C M	F	P > F
Tratamiento	5	41.81296083	8.36259217	4.95	0.0004
Error	121	204.23428326	1.68788664		
Total	126	246.04724409			

C.V = 33.19%