

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**COMPARACION DE 2 GENOTIPOS DE TOMATE EN SUSTRATOS  
ORGANICOS EN INVERNADERO.**

**Por  
Juan Gerardo Del Rio Reed**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial  
para obtener el Título de  
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Torreón, Coahuila, México**

**Diciembre de 2008**

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**COMPARACION DE 2 GENOTIPOS DE TOMATE EN SUSTRATOS  
ORGANICOS EN INVERNADERO.**

**Por**

**Juan Gerardo Del Rio Reed**

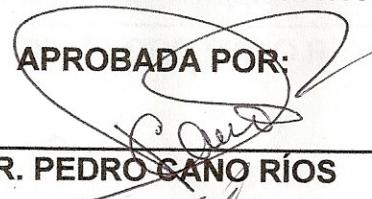
**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**APROBADA POR:**

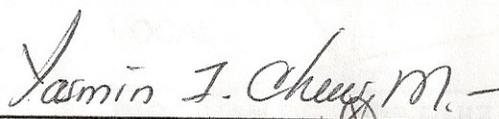
**Asesor  
principal:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. PEDRO CANO RÍOS**

**Asesor:**

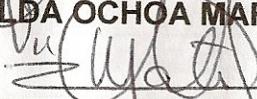
  
\_\_\_\_\_  
**ING. CIRILO ATILANO MONTALVO**

**Asesor:**

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

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. ESMERALDA OCHOA MARTINEZ**

  
\_\_\_\_\_  
**M.E. VICTOR MARTINEZ CUETO**  
**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Torreón, Coahuila, México

Diciembre del 2008

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

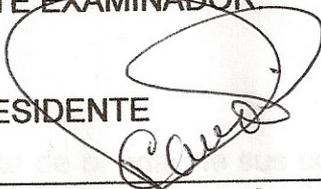
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. JUAN GERARDO DEL RIO REED QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**COMITÉ EXAMINADOR:**

**PRESIDENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. PEDRO CANO RÍOS**

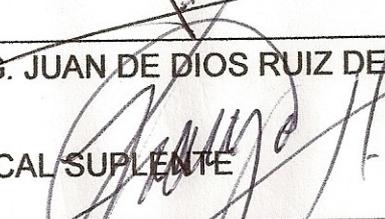
**VOCAL**

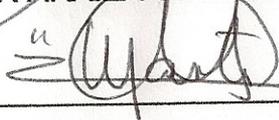
  
\_\_\_\_\_  
**ING. CIRILO ATILANO MONTALVO**

**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. JUAN DE DIOS RUIZ DE LA ROSA**

**VOCAL SUPLENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. JAVIER ARAIZA CHAVEZ**

  
\_\_\_\_\_  
**M.E. VICTOR MARTÍNEZ CUETO**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2008

## AGRADECIMIENTOS

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

Al Dr. Pedro Cano Ríos por invitarme a formar parte de su equipo de trabajo en el presente proyecto y por su incondicional apoyo y amistad.

A esos maestros que aparte de brindarme sus conocimientos y apoyo me brindaron una mano amiga de la cual podía confiar, los señores: Dr. Pedro Cano, Ing. Víctor Martínez, Ing. Juan de Dios Ruiz, Ing. Francisco Suarez, y a todos los profesores del departamento de Horticultura así como al Ing. Luis Ángel Basaldua del departamento de suelos y desde luego al Ing. Cirilo Atilano del INIFAP - CELALA.

## **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 mi familia**

Principalmente a mis padres 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.

## INDICE

### DEDICATORIAS

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
1.3. Metas.....	4
II. REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1. Generalidades del Tomate.....	5
2.1.1. Origen.....	5
2.1.2. Clasificación taxonómica del tomate.....	6
2.1.3. Características morfológicas del tomate.....	6
2.1.3.1. Sistema radicular.....	7
2.1.3.2. Tallo.....	7
2.1.3.3. Hoja.....	8
2.1.3.4. Estructura floral.....	8
2.1.3.5. Fruto.....	9
2.1.3.6. Semilla.....	9
2.2. Propiedades nutricionales.....	9
2.3. Invernaderos.....	10
2.3.1. Generalidades de un invernadero.....	10
2.3.2. Ventajas de producción en un invernadero.....	11
2.3.3. Desventajas de producción en un invernadero.....	11
2.4. Exigencias de clima.....	12
2.4.1. Temperatura.....	12
2.4.2. Humedad relativa.....	13
2.4.3. Luminosidad.....	14
2.4.4. Suelo.....	14
2.4.5. Contenido de CO <sub>2</sub> en el aire.....	14
2.4.6. Radiación en el invernadero.....	15
2.4.7. Radiación en el cultivo de tomate.....	16
2.5. Elección del genotipo.....	16

2.5.1. Algunos híbridos de tomate para invernadero.....	17
2.5.2. Principales tipos de tomate comercializados para la exportación.....	18
2.6. Labores culturales.....	20
2.6.1. Producción de plántula.....	20
2.6.2. Trasplante.....	20
2.6.3. Poda de formación.....	21
2.6.3.1. Tipos de poda.....	21
2.6.4. Despuntado.....	23
2.6.5. Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos.....	23
2.6.6. Aporcado y rehundido.....	23
2.6.7. Tutorado.....	23
2.6.8. Bajado de plantas.....	24
2.6.9. Arreglo topológico.....	25
2.6.10. Fertilización de cobertura ( fertirrigación ).....	25
2.6.11. Calidad del agua de riego ( obturación de goteros ).....	30
2.6.12. Polinización.....	31
2.7. Sustratos.....	32
2.7.1. Generalidades de los sustratos.....	32
2.7.2. Propiedades de los sustratos.....	33
2.7.2.1. Propiedades mecánicas.....	33
2.7.2.2. Propiedades físicas.....	33
2.7.2.3. Propiedades Químicas.....	34
2.7.2.4. Propiedades Biológicas.....	34
2.7.3. Clasificación de sustratos.....	34
2.7.4. Sustratos orgánicos.....	35
2.7.5. Sustratos inorgánicos o inertes.....	35
2.8. Abonos orgánicos.....	36
2.8.1. Composta.....	36
2.8.1.1. Nutrientes en la composta.....	37
2.8.1.2. Usos y beneficios de la composta.....	37
2.8.2. Empleo del yeso en la agricultura.....	38
2.8.2.1. El yeso como fertilizante.....	39

2.8.3. Lombricultura ó lombricomposta.....	39
2.8.4. Té de composta.....	40
2.8.4.1. Contenido de Té de composta.....	40
2.9. Agricultura orgánica.....	41
2.9.1. Generalidades de la agricultura orgánica.....	41
2.9.2. Conceptos de la agricultura orgánica.....	41
2.9.3. Ventajas de la agricultura orgánica.....	42
2.9.4. Agricultura orgánica en el mundo.....	43
2.9.5. Agricultura orgánica en México.....	43
2.9.6. Normatividad de productos orgánicos.....	44
2.9.7. Antecedentes de la producción de tomate orgánico bajo invernadero..	45
2.10. Nutrición.....	46
2.10.1 Concepto de nutrición.....	46
2.10.2. Solución nutritiva.....	47
2.11. Control de las principales plagas y enfermedades del tomate.....	48
2.11.1. Plagas.....	48
2.11.2. Enfermedades.....	49
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	51
3.1. Localización geografía de la Comarca Lagunera.....	51
3.2. Localización del experimento.....	51
3.3. Climas de la región.....	51
3.4. Tipo y condiciones del invernadero.....	52
3.5. Genotipos.....	52
3.6. Sustratos.....	53
3.7. Material composta.....	53
3.8. Diseño experimental.....	55
3.9 Tratamientos a evaluar.....	56
3.10. Fertilización.....	56
3.10.1. Té de composta (Extracto de composta).....	57
3.10.2. Preparación del té de composta.....	57
3.11. Riego y drenaje.....	59

3.11.1. Riego.....	59
3.11.2 Drenaje.....	59
3.12. Control de plagas y enfermedades.....	60
3.13. Manejo del cultivo.....	61
3.13.1. Siembra y trasplante.....	61
3.13.2. Tutorado.....	62
3.13.3. Poda.....	63
3.13.4. Bajado de plantas .....	63
3.13.5. Polinización.....	64
3.13.6. Fertilización.....	64
3.13.7. Cosecha.....	65
3.14. Variables evaluadas.....	65
3.15. Análisis estadístico.....	66
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	68
4.1. Altura de plantas.....	68
4.2. Número de nudos.....	70
4.4. Calidad del fruto.....	73
4.4.1. Peso del fruto.....	73
4.4.2. Diámetro ecuatorial.....	73
4.4.3. Diámetro polar.....	74
4.4.4. Sólidos solubles.....	74
4.4.5. Espesor de pulpa.....	75
4.4.6. Número de lóculos.....	75
4.4.7. Forma del fruto.....	75
4.4.8. Hombros.....	76
4.4.9. Color interior y exterior.....	76
4.5. Rendimiento.....	77
V. CONCLUSIONES.....	78
VI. RESUMEN.....	79
VI. LITERATURA CITADA.....	80
VIII. APENDICE.....	95

## INDICE DE CUADROS

2.1	Principales componentes del fruto del tomate (Chamarro, 2001).	10
2.2	Concentración de nutrientes por planta (Zaidan y Avidan, 1997).	27
2.3	Principales plagas del tomate en invernadero (Miranda, 2006).	48
2.4	Principales enfermedades del tomate en invernadero (Miranda, 2006).	49
3.1	Composición del análisis químico de las compost utilizadas el la producción de tomate con té de compost bajo invernadero CELALA-INIFAP, 2007.	54
3.2	Los tratamientos a evaluar son 2 genotipos. CELALA-INIFAP. 2007.	56
3.3	Fertilización inorgánica aplicada en las diferentes etapas. CELALA-INIFAP. 2007.	59
3.4	Productos utilizados para el control de plagas enfermedades. CELALA-INIFAP. 2007.	61
4.1	Ecuaciones de regresión para la variable Altura de Planta en tomate en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007.	68
4.2	Ecuaciones de regresión para la variable numero de nudos en la planta en tomate en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007.	71
4.3	Comparación de medias de los diferentes tratamientos para las variables Rendimiento, Peso de Fruto, Diámetro Ecuatorial y Diámetro Polar. CELALA-INIFAP. 2007.	74
4.4	Comparación de medias de los diferentes tratamientos para las variables Sólidos Solubles, Espesor de Pulpa y Número de Lóculos. CELALA-INIFAP. 2007.	75
4.5	Comparación de medias de los diferentes tratamientos para las variables Sólidos Solubles, Espesor de Pulpa y Número de Lóculos. CELALA-INIFAP. 2007.	76
4.6	Resultados de los rendimientos promedios en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007.	77

## INDICE DE FIGURAS

3.1.	Invernadero del Campo Experimental La Laguna CELALA-INIFAP. 2007.	52
3.2.	Material composta utilizado. CELALA-INIFAP. 2007.	54
3.3.	Pasos para la preparación del Té de composta. CELALA-INIFAP. 2007.	58
3.4.	Siembra y trasplante. CELALA-INIFAP.2007.	62
3.5.	Tutoreo de plantas. CELALA-INIFAP.2007.	62
3.6.	Polinización mecánica de la flor. CELALA-INIFAP.2007.	64
3.7.	Grados de madurez del fruto de tomate.(Hazera, 1999).	65
3.8.	Formato para evaluar forma del fruto en tomate bola (Hazera, 1999).	66
4.1.	Líneas de tendencia central y ecuaciones de regresión para la variable altura de planta en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP.2007.	69
4.2.	Líneas de tendencia central y ecuaciones de regresión para la variable altura de planta en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP.2007.	69
4.3.	Gráficos que se comportaron de la mejor manera en cuanto a la variable altura de planta. CELALA-INIFAP. 2007.	70
4.4.	Líneas de tendencia central y ecuaciones de regresión para la variable numero de nudos en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007.	71
4.5.	Líneas de tendencia central y ecuaciones de regresión para la variable numero de nudos en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007.	72
4.6.	Gráficos que se comportaron de la mejor manera en cuanto a la variable numero de nudos. CELALA-INIFAP. 2007.	72

## INDICE DE APENDICE

Cuadro A-1	Análisis de Varianza para nudos en Big Beef. CELALA-INIFAP. 2007.	95
Cuadro A-2	Análisis de Varianza para nudos en Romina. CELALA-INIFAP. 2007.	95
Cuadro A-3	Análisis de Varianza para altura en Big Beef. CELALA-INIFAP. 2007.	95
Cuadro A-4	Análisis de Varianza para altura en Romina. CELALA-INIFAP. 2007.	96
Cuadro A-5	Análisis de Varianza para racimos. CELALA-INIFAP. 2007.	96
Cuadro A-6	Análisis de Varianza para forma del fruto. CELALA-INIFAP. 2007.	96
Cuadro A-7	Análisis de Varianza para peso del fruto. CELALA-INIFAP. 2007.	97
Cuadro A-8	Análisis de Varianza para diámetro polar. CELALA-INIFAP. 2007.	97
Cuadro A-9	Análisis de Varianza para diámetro ecuatorial. CELALA-INIFAP. 2007.	97
Cuadro A-10	Análisis de Varianza para sólidos solubles. CELALA-INIFAP. 2007.	98
Cuadro A-11	Análisis de Varianza para espesor de pulpa. CELALA-INIFAP. 2007.	98
Cuadro A-12	Análisis de Varianza para número de lóculos. CELALA-INIFAP. 2007.	98
Cuadro A-13	Aportación nutrimental de cada sistema de fertilización (unidades de cada elemento) para los tres principales elementos (N, P, K) por hectárea de producción. CELALA-INIFAP. 2007.	99

## RESUMEN

Hoy en día la Agricultura está basada en el uso de agroquímicos, mientras que la madre tierra y el medio ambiente sufre los estragos de esta agricultura , por otro lado la población crece y crece exigiendo mayor calidad en los productos frescos para poder consumirlos con la tranquilidad de que son productos que no causaran problemas en su salud. Dado esta problemática, la Agricultura Orgánica crece poco a poco para poder satisfacer las necesidades del consumidor y tratar de salvar el medio ambiente que día con día está siendo contaminado.

El objetivo de este trabajo fue Evaluar los efectos de la fertilización orgánica del Té de composta con diferentes sustratos en la producción de tomate ( *Lycopersicon esculentum* Mill ) en invernadero. El estudio de esté trabajo se realizó en el Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP), donde Se utilizó un diseño Completamente al Azar con 4 repeticiones, para lo cual se utilizaron los siguientes tratamientos: T1; Genotipo Big Beef en sustrato de composta con yeso más arena, T2; Genotipo Big Beef en sustrato de composta simple más arena, T3; Genotipo Romina en sustrato de composta con yeso más arena, T4; Genotipo Romina en sustrato de composta simple más arena. Analizando el Rendimiento de los diferentes tratamientos y las variables para la calidad de fruto en los 2 genotipos.

Dándonos como resultado que los tratamientos a base de fertilización orgánica con Té de composta y en sustratos de composta simple mas arena, sí nos pueden dar rendimientos grandes en cultivos convencionales. Incluso el tratamiento (T1) que es el del rendimiento más bajo con  $68.88 \text{ Ton/ha}^{-1}$ , es una cantidad nada despreciable de tomate orgánico.

Este proyecto demuestra que si es buen negocio producir tomates orgánicos de manera intensiva pero sobre todo, demuestra que la agricultura

orgánica no contamina al medio ambiente, es de mucha importancia que en este mundo cada vez mas poblado y contaminado, se pueda producir alimentos sin dañar nuestro ambiente.

Los genotipos mejoran conforme pasa el tiempo y eso también ayuda a producir hortalizas de mejor calidad.

Este proyecto demuestra que si se puede producir tomates orgánicos con rendimientos por Ha que son rentables y ahorrando el costo de agua, fertilizantes y control de plagas y enfermedades.

**Palabras clave:** *Lycopersicon esculentum* Mill, labores culturales, abonos orgánicos, ahorro de agua, yeso, sustentable, variables evaluadas, análisis estadístico, rendimiento.

## I. INTRODUCCION

El tomate tiene una larga historia, en el tiempo y en el espacio. Una historia compuesta de miles de historias de cambios, adaptaciones, largos caminos, éxitos logrados, y éxitos por llegar.

A decir verdad, sus comienzos como inmigrante en el mundo europeo fueron duros. Luego de haber tenido una excelente posición en los imperios precolombinos en América, fue también uno de los derrotados con la invasión europea a esas tierras. A pesar de haber llegado a Europa como prisionero de los conquistadores ya en el siglo XVI, el primer catálogo comercial de este cultivo se publica en el Viejo Continente 200 años más tarde, narra Rubén Vergani en Horticultura 158, de enero de 2002.

Pero su carrera ascendente comienza ya en pleno siglo XIX, cuando se comienzan a aplicar para la selección de tipos y variedades los principios mendelianos. Ya no se puede hablar más de “el tomate”, sino de “los tomates”, para hacerlo con propiedad. Luego, la carrera ha sido desenfrenada. Su producción se ha extendido a todos los países del mundo, su comercio importa millones de toneladas, el color rojo vital de esta fruta - es una fruta, botánicamente hablando, aunque estamos acostumbrados a pensar en él como una hortaliza - está en todos los platos del mundo.

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 actual, 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 (Gómez *et al.*, 2003).

Bastida (2006) menciona que el tomate es la principal hortaliza de exportación en México. Su participación en la balanza agropecuaria es fundamental en la generación de divisas, ocupando el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias, siendo incluso llamado el oro rojo de este país, encontrándose a México dentro de los primeros diez productores mundiales de tomate en fresco (INIFAP, 2003). Eya *et al.* (1999) citado por Chávez (2004) reporta que la producción potencial de este cultivo bajo condiciones de invernadero rebasan las 400 ton./ha./año.

Gómez *et al.* (1999) reportan que a nivel mundial el consumo de productos orgánicos no supera el 2 % del total mundial, siendo de alrededor de 11,000 millones de dólares por año a nivel mundial, de los cuales solo en Estados Unidos se generan consumos por 4,700 millones de dólares. Otro factor a considerar es la seguridad que se tiene de consumir alimentos libres de productos químicos residuales, siendo para ello una opción viable la agricultura orgánica, pues Gómez y Castañeda (2000) indican que más de 40,000 personas mueren envenenados por el uso de agroquímicos o venenos; 220,000 personas han muerto por el uso de pesticidas y también mencionan que el DDT esta prohibido en Europa y Estados Unidos; sin embargo se vende en todos los países subdesarrollados del mundo. Gómez *et al.* (2006) citan que la agricultura orgánica contrario a lo anterior se enfoca en sostener y realzar la salud de los individuos además de que debe ser basada en sistemas y ciclos ecológicos vivos. También presenta la particularidad que la producción de productos orgánicos aún no satisface la demanda, particularmente en los mercados más importantes: Europa, Estados Unidos y Japón (Nova 2005), aunque este tipo de producción disminuye los rendimientos, por ello la utilización de invernaderos es una muy buena opción (Márquez y Cano, 2003), haciéndolo aún más óptimo si se utilizan materiales de la región como sustrato y fertilización como es el caso de las compostas con la finalidad de disminuir los costos y obtener productos bajo producción orgánica. Bastida (2006) describe como un sistema de producción el conocido

como cultivo en sustratos orgánicos o hidroponía orgánica, que es el cultivo de plantas en sustratos orgánicos que aportan una parte de los nutrientes y el resto se le proporciona con el agua de riego. Encontramos entonces en nuestros días algunas alternativas que nos pueden ayudar a satisfacer las necesidades de producción y salud o por lo menos tratar de buscar alternativas de producción viables a los problemas ya mencionados.

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 (Márquez 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).

### **1.1. Objetivos**

- Observar la diferencia en desarrollo y rendimiento entre los 2 genotipos de tomate producidos en sistema orgánico bajo condiciones de invernadero.
  
- Evaluar la diferencia de producción entre los 2 métodos de producción (Orgánica e hidropónica) para cada genotipo.

### **1.2. Hipótesis**

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

- Es posible obtener altos rendimientos con excelente calidad del fruto con la aplicación del té de composta en diferentes sustratos.

### **1.3. Metas**

Lograr obtener mediante la presente investigación, información confiable acerca de los 2 híbridos estudiados bajo los diferentes sistemas de producción, con la finalidad de poder hacer recomendaciones de acuerdo a las posibilidades económicas de los productores, y la finalidad del producto, es decir, ya sea bajo un sistema convencional y/u orgánico.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades del tomate

#### 2.1.1. Origen

La palabra tomate proviene del dialecto Náhuatl “tomatl”. El centro de origen del género *Lycopersicon* es la región andina que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. También en esta zona muestra *L. esculentum* su mayor variación. Todavía son muchos los aspectos pocos claros con respecto al origen y la domesticación del tomate cultivado. Sin embargo hay algunos puntos con un grado razonable de certeza y algunos de esos puntos importantes acerca de su origen son los siguientes (Rick, 1976, 1978):

- a. El tomate cultivado tuvo su origen en el Nuevo Mundo. No era conocido en Europa ni en el resto del Viejo Mundo antes del descubrimiento de América.
- b. El tomate había alcanzando una fase avanzada de domesticación antes de la llegada a Europa y Asia. Había ya una variedad de tipos caracterizados por la forma, tamaño y color de los frutos.

También hay motivos para creer que el origen de la domesticación de los tomates está en México, pues, a la llegada de los españoles a América el tomate está integrado en la cultura Azteca o en la de otros pueblos del área mesoamericana. (Namesny, 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).

### 2.1.2. Clasificación taxonómica del tomate

Reino----- Vegetal  
División----- Espermatofita  
subdivisión----- Angiospermas  
Clase----- Dicotiledóneas  
Orden----- Solanales ( Personatae)  
Familia----- Solanácea  
Subfamilia----- Solanoideae  
Tribu----- Solaneae  
Genero----- *Lycopersicon*  
Especie----- *esculentum*, Mill.

(Nuez, 1995).

### 2.1.3. Características morfológicas del tomate

Perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas) y semi-indeterminado, las cuales requieren que su cultivo se realice en espalderas.

### **2.1.3.1. Sistema radicular**

El sistema radical del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias. Una sección transversal de la raíz principal pone de manifiesto la existencia de tres zonas claramente diferenciadas: La epidermis, el córtex y el cilindro central o vascular (Nuez, 1995).

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

### **2.1.3.2. Tallo**

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

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

### **2.1.3.3. Hoja**

Compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (www.Infoagro.com 2006).

### **2.1.3.4. Estructura floral**

La flor del tomate es perfecta, regular e hipógina consta de cinco o más sépalos, de cinco o más pétalos dispuestos de forma helicoidal, de un número igual de estambres que se alternan en los pétalos y de un ovario bi ó 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 está 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).

### **2.1.3.5. Fruto**

El fruto es una baya. En las especies silvestres de tomate el fruto es bilocular, mientras que en las variedades cultivadas es bilocular o 30-locular, siendo lo más frecuente, de 5 a 9 lóculos. En la epidermis de los frutos se desarrollan pelos y glándulas que desaparecen cuando aquéllos llegan a la madurez. En el ápice del fruto suelen observarse restos del estilo. La forma del fruto es variable, generalmente globoso u oblongo. Presentan numerosas semillas, pequeñas, aplanadas, amarillento-grisáceas, velludas, embebidas en una masa gelatinosa formada por el tejido parenquimático que llena las cavidades del fruto maduro. El tomate, al igual que sus congéneres silvestres, es una especie diploide con 24 cromosomas en sus células somáticas (es.wikipedia.org, 2006).

### **2.1.3.6. Semilla**

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

## **2.2. Propiedades nutricionales**

El tomate es un cultivo de alto valor comercial y una enorme importancia mundial, por la aceptación general del fruto en la alimentación y su utilización en forma muy variada, además de sus excelentes cualidades organolépticas, su alto valor nutricional,

contenido de vitamina C y licopeno, demostrado que está inversamente relacionado con el desarrollo de cierto tipo de cánceres. Comparado con otro tipo de vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y más resistentes a daños de transporte (Berenguer, 2003; Casseres, 1984).

**Cuadro 2.1.** En el que a continuación se muestran los **Principales componentes del fruto del tomate (Chamarro, 2001).**

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

## **2.3. Invernaderos**

### **2.3.1. Generalidades de un invernadero**

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 habitación (suelo, temperatura, radiación solar, viento, humedad y composición atmosférica).

Un cultivo forzado o protegido se define como aquel que durante todo el ciclo productivo o en una parte del mismo crece en un microclima acondicionado del ambiente

climático, el cultivo forzado también incluye técnicas de manejo, fertirrigación, densidad y época de siembra, así como de sanidad vegetal; es decir prácticas que inciden notoriamente en los objetivos que persigue el cultivo protegido tales como incremento en la producción, precocidad y mayor calidad de la cosecha. Además de lo anterior el cultivo se orienta a la producción de especies vegetales de origen climático diferente del ambiente natural donde se desea cultivarlas (Rodríguez y Jiménez, 2002).

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.

### **2.3.2. Ventajas de producción en un invernadero**

Según Sánchez y Favela (2000) entre las ventajas de establecer un cultivo bajo condiciones de invernadero se destacan las siguientes: 1) Programación de las cosechas de acuerdo a la demanda y precio del producto, 2) Precocidad en el ciclo del cultivo, lo que hace posible el logro de hasta tres cosechas por año, 3) Aumento del rendimiento hasta en un 300%, respecto a los cultivos desarrollados a la intemperie, 4) Mayor calidad de frutos, flores y hortalizas, ya que estos son más uniformes, sanos y de mejor calidad, 5) Ahorro de agua (riego por goteo, microaspersión y subirrigación), 6) Mejor control de plagas y enfermedades, 7) siembra de variedades selectas con rendimientos máximos balance adecuado de agua, aire y elementos nutritivos, 8) No se depende de fenómenos meteorológicos.

### **2.3.3. Desventajas de producción en un invernadero**

Sánchez y Favela (2000) destacan que las desventajas para producir bajo condiciones de invernadero son: 1) Se requiere de una alta especialización, empresarial y técnica de las personas que se dedican a esta actividad. 2) Alto costo de los insumos. 3)

Las instalaciones y la estructura representan una elevada inversión inicial. 4) Un mal manejo del invernadero o del cultivo implica fuertes pérdidas económicas. 5) Es necesaria la automatización del invernadero para el control del ambiente. 6) Se puede favorecer el desarrollo de enfermedades, por lo que se requerirá de aplicaciones más fuertes de productos químicos.

## **2.4. Exigencias del clima**

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 éstos incide sobre el resto de los factores involucrados en la producción agrícola (Sade, 1998., Castilla, 1999).

Los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero de acuerdo con Chamarro, 2001 son los siguientes:

### **2.4.1. Temperatura**

La temperatura óptima para la germinación es de 20 a 25°C, germina de 6 a 12 días y la temperatura óptima en la fase vegetativa es de 21 a 24°C., mientras que en la fase de floración necesita una temperatura no menor de 15°C por la noche y no mayor de 35°C por el día ya que se ve afectada la polinización donde la temperatura nocturna óptima para la polinización es de 15 a 22°C y la temperatura óptima para el fruto es de 18 a 24°C (Sade, 1998)

A temperaturas excesivas, más de 35°C, las plantas detienen el crecimiento y su floración, mientras que a temperaturas inferiores, entre 10° y 15°C, se 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).

Rodríguez y Jiménez (2002) mencionan que durante la mayor parte del ciclo productivo, la temperatura del invernadero es excesiva para el buen rendimiento del cultivo como para los trabajadores, el reducir la temperatura es uno de los problemas de la horticultura protegida, por que no es fácil refrigerar el invernadero sin invertir en cantidades altas en instalaciones y equipos. Los cuatro factores que permiten reducir la temperatura son: la reducción de la radiación solar que llega al cultivo, la evaporación del cultivo, la ventilación y la refrigeración por medio de agua en sus diferentes formas.

#### **2.4.2. Humedad relativa**

Cuando la humedad relativa está en exceso en un invernadero hay menor desarrollo vegetativo porque disminuye la transpiración, hay aborto de flores, se aumentan las enfermedades y existe una condensación de humedad provocando el goteo. Y cuando es deficiente la humedad, existe una deshidratación de los tejidos, hay menor desarrollo vegetativo por cierre de estomas, deficiente fecundación y caída de flores. Se menciona que la humedad óptima ambiental para el cultivo de tomate es de 50% con una mínima de 40% y una máxima de 60% (Burgeño, 2001).

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.

La humedad relativa del invernadero es una variable del ambiente muy difícil de manejar ya que: varía rápidamente en interacción con numerosos factores, su medición es delicada, casi siempre es aproximada y no se conoce completamente su relación con el

desarrollo de las especies vegetales. La humedad relativa se define como la tensión actual de vapor entre la tensión a saturación de la misma masa de aire, y se expresa en porcentaje, se mide con los siguientes aparatos: higrómetros e higrógrafos (Francescangeli, 1998).

### **2.4.3. Luminosidad**

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

### **2.4.4. Suelo**

Los suelos más indicados son los sueltos, bien aireados, con buen drenaje interno y que a su vez tengan capacidad de retener humedad, con textura franca a arenosa, buen contenido de materia orgánica. Por lo general suelos arcillosos producen cosechas tardías; el pH debe estar entre 5.8 y 6.8. (Torres, 2002).

### **2.4.5. Contenido de CO<sub>2</sub> en el aire**

El CO<sub>2</sub> es el factor de producción que más limitaciones impone en los invernaderos. Es posible añadirlo gratuitamente a las plantas a partir del humo del calentamiento. Pero desafortunadamente, las necesidades de la planta de CO<sub>2</sub> y los periodos en que necesita la calefacción no son los mismos. Los factores que limitan la fotosíntesis son el agua y el CO<sub>2</sub>, elementos base, pero también la luz, fuente de energía que permite la síntesis de los azúcares. Una hectárea de invernadero tiene alrededor de 40000 m<sup>3</sup> de aire, es decir 14 m<sup>3</sup> o 27 kg de CO<sub>2</sub> por una hora de fotosíntesis a 350 w/m<sup>2</sup>, sin ventilación. El enriquecer con CO<sub>2</sub> cuando la luz es insuficiente no debe de realizarse porque no se aprovecharía. En el verano, el aporte de CO<sub>2</sub> es mayor, dado que la luz es más intensa, pero, como es necesario airear permanentemente, se deberá utilizar un porcentaje bajo de CO<sub>2</sub>, para evitar pérdidas. Para llegar a niveles elevados, es decir 1000 a 1500 ppm, se deben inyectar de 70 a 100 kg de CO<sub>2</sub> por hora por hectárea de invernadero (Ferreira, 2002).

#### **2.4.6. Radiación en el invernadero**

El empleo de doble capa permanente de plástico en invernadero, para mejorar las condiciones térmicas durante el invierno, genera reducciones de la radiación interior con incidencia negativa en la producción. La práctica de blanquear el invernadero, a fin de reducir las altas temperaturas en primavera, reduce la radiación; sería preferible dotar a los invernaderos de una ventilación más eficiente (ventanas cenitales) y evitar esta práctica, que reduce la radiación y, por tanto, la producción. Con baja iluminación la polinización será insuficiente y el tamaño de fruto menor (Van de Vooren *et al.* , 1986).

La intensidad de la radiación, el fotoperiodo y la nubosidad son los factores naturales que determinan la radiación diaria. Sin embargo, la orientación del invernadero, la forma de la techumbre y la pendiente de la cubierta pueden modificar la luminosidad en su interior, además de la influencia que pueden tener los materiales de cubierta elegidos (Bouzo y Garinglio, 2002).

#### **2.4.7. Radiación en el cultivo de tomate**

La radiación en el cultivo del tomate, Horward (1995) señaló que el tomate es insensible al fotoperiodo. Una iluminación limitada puede inducir 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 baja, porque la reducción implica una reducción lineal de la cosecha (Cookshull, 1988; Kinet 1977).

Durante la época nubosa, las hojas de tomate presentan un bajo contenido de azúcares, originando que éstas como los tallos se vuelvan pálidos y delgados, pudiendo ser pequeños los racimos de frutos o incluso no llegar a cuajar ( Resh, 1997).

#### **2.5. Elección del genotipo**

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

productividad, como en características de calidad de frutos y resistencia a enfermedades (Nuez, 2001).

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.

### 2.5.1. Algunos híbridos de tomate para invernadero

Infoagro (2004), menciona algunos de los genotipos que se cultivan actualmente.

- **Daniela (R – 144)**\_ Híbrido sumamente productivo con fruto bien firme y largo, periodo de conservación de larga vida de anaquel. Se trata de una planta vigorosa cultivada con éxito en condiciones de salinidad moderada. Cuaja bien en bajas temperaturas y responde satisfactoriamente a los estimulantes de crecimiento.
- **Brillante (FA – 179)**. Híbrido que combina un fruto grande y fuerte con un buen sabor. La planta es compacta y se cultiva en otoño y verano, se recomienda una fertilización complementaria.
- **Abigail (FA – 870)**. Variedad con un fruto mayor que el de Daniela, de un color sumamente atractivo. Adecuado para el cultivo en verano e invierno.
- **Gabriela**. Para otoño, invierno y comienzos de la primavera, similar a Daniela.

- **Tenerife ( FA – 185).** Un fruto del tipo generador de ganancias con larga vida. Se recomienda para la producción en otoño y primavera.
- **Catherine ( FA – 572 ).** Planta del tipo jumbo, más fuerte que la variedad 516. Para comienzos del otoño (Peso del fruto: 180 – 280 g).
- **Electra (FA – 516).** Planta del tipo jumbo para la temporada de otoño. La fruta combina un tamaño gigante con una excelente firmeza y color.
- **Colette (FA – 832).** Planta relativamente resistente con un largo periodo de cuajado, fruto globuloso con un peso de 180 – 280 g.
- **Francesca (FA – 574, Adela).** Similar a Catherine con frutos más grande (200 – 300 g).

### 2.5.2. Principales tipos de tomate comercializados para la exportación

Infoagro (2004), menciona los tipos de tomate para exportación:

- **Tipo Beef.** Plantas vigorosas hasta el 6<sup>o</sup>-7<sup>o</sup> ramillete, a partir del cual pierde bastante vigor coincidiendo con el engorde de los primeros ramilletes. Frutos de gran tamaño y poca consistencia. Producción precoz y agrupada. Cierre pistilar irregular. Mercados más importantes: mercado interior y mercado exterior (Estados Unidos).
- **Tipo Marmande.** Plantas poco vigorosas que emiten de 4 a 6 ramilletes aprovechables. El fruto se caracteriza por su buen sabor y su forma acostillada, achatada y multilocular, que puede variar en función de la época de cultivo.

- **Tipo Vemone.** Plantas finas y de hoja estrecha, de porte indeterminado y marco de plantación muy denso. Frutos de calibre G que presentan un elevado grado de acidez y azúcar, inducido por el agricultor al someterlo a estrés hídrico. Su recolección se realiza en verde pintón marcando bien los hombros. Son variedades con pocas resistencias a enfermedades.
- **Tipo Moneymaker.** Plantas de porte generalmente indeterminado. Frutos de calibres M y MM, lisos, redondos y con buena formación en ramillete.
- **Tipo Cocktail.** Plantas muy finas de crecimiento indeterminado. Frutos de peso comprendido entre 30 y 50 gramos, redondos, generalmente con 2 lóculos, sensibles al rajado y usados principalmente como adorno de platos. También existen frutos aperados que presentan las características de un tomate de industria debido a su consistencia, contenido en sólidos solubles y acidez, aunque su consumo se realiza principalmente en fresco. Debe suprimirse la aplicación de fungicidas que manchen el fruto para impedir su depreciación comercial.
- **Tipo Cereza (Cherry).** Plantas vigorosas de crecimiento indeterminado. Frutos de pequeño tamaño y de piel fina con tendencia al rajado, que se agrupan en ramilletes de 15 a más de 50 frutos. Sabor dulce y agradable. Existen cultivares que presentan frutos rojos y amarillos. El objetivo de este producto es tener una producción que complete el ciclo anual con cantidades homogéneas. En cualquier caso se persigue un tomate resistente a virosis y al rajado, ya que es muy sensible a los cambios bruscos de temperatura.
- **Tipo Larga Vida.** La introducción de los genes Nor y Rin es la responsable de su larga vida, confiriéndole mayor consistencia y gran conservación de los frutos de cara a su comercialización, en detrimento del sabor. Generalmente se buscan frutos de calibres G, M o MM de superficie lisa y coloración uniforme anaranjada o roja.

- **Tipo Ramillete.** De reciente introducción en los mercados, resulta difícil definir que tipo de tomate es ideal para ramillete, aunque generalmente se buscan las siguientes características: frutos de calibre M, de color rojo vivo, insertos en ramilletes en forma de raspa de pescado, etc. (Diez, 1999).

## **2.6. Labores culturales**

### **2.6.1. Producción de plántula**

Tradicionalmente el propio agricultor establecía el semillero en cama caliente y con protección térmica utilizando lámina de plástico o carrizo; la siembra era al voleo o chorrillo y para el trasplante, a raíz desnuda. Hoy en día, el alto costo de la semilla (híbridos) ha generalizado el uso de charolas germinadoras, prensados de turba, macetillas de plástico rellenas de sustrato para trasplantar con cepellón, que cuentan con instalaciones adecuadas ya sea con cámaras de germinación o invernadero (Castilla, 1999).

El sustrato mas empleado es la mezcla de turba rubia (80%) y turba negra (20%) enriquecida con fertilizantes (Castilla, 1999).

### **2.6.2. Trasplante**

En cultivo enarenado, el cepellón debe colocarse entre la arena y el suelo evitando que el cuello de la planta quede demasiado enterrado. En algunas regiones, antes de plantar es usual sumergir o mojar el cepellón con algún fungicida Castilla (1999).

El trasplante debe realizarse con plántulas de 10 a 15cm de altura y de 3 a 5 hojas verdaderas, eliminando aquellas que presenten síntomas de enfermedad o un desarrollo anormal. Recomiendan dar un riego después del trasplante y el aporcado de plantas para evitar encharcamiento en la zona del cuello (Belda y Lastre, 1999).

Es importante no demorar el trasplante cuando la planta está a punto, pues los retrasos afectan negativamente a la futura producción. Tras el transplante, se dá un riego a fin de conseguir buena humedad en el entorno radicular y un buen contacto del cepellón trasplantado con el suelo circundante, que permite un buen desarrollo radical (Castilla, 1999).

### **2.6.3. Poda de formación**

Anderlini (1996) menciona que la poda sirve para equilibrar el follaje de la planta de tomate en beneficio de la fructificación de la planta. La poda significa eliminar pequeños brotes laterales. Los brotes no deberán tener más de 2 ó 3 cm de longitud, de otro modo la planta no podrá soportarlos. Cuando su brote axilar se encuentra excesivamente desarrollado formando tallos secundarios, es más beneficioso limitarse a su despunte. Horward, (1995) agrega que los brotes que no son podados a tiempo consumen mucha energía de la planta que de alguna manera estaría destinada para un mejor crecimiento.

#### **2.6.3.1. Tipos de poda**

- **Poda a un tallo.** Consiste en la eliminación de todos los brotes axilares del tallo principal, permitiendo el crecimiento indefinido de éste hasta su eventual despunte (Castilla, 2001).

Por su parte Nelson (1994), indica las ventajas de poda a un tallo: Mayor precocidad de producción, elevada producción, mayor homogeneidad, mayor calibre.

- **Poda a dos tallos.** Este sistema de poda es conocido como poda de horqueta y consiste en eliminar todos los tallos axilares, excepto el que sale por debajo del

primer racimo, el cual se dejará como segundo tallo principal. Luego se realiza o no la poda de despunte (Rodríguez et al., 1997).

- **Poda Hardí.** Es un sistema de poda poco empleado, que consiste en despuntar el tallo principal por encima de la segunda o tercera hoja por encima de la primera inflorescencia; de los brotes que surgen de las axilas de estas hojas se dejan dos tallos guía, debiendo de ser hojas opuestas, para luego continuar con las actividades descritas para la poda a dos tallos (Rodríguez et al., 1997).
- **Poda de dos hojas.** Esta poda se realiza mediante la eliminación de todas o algunas hojas, principalmente viejas o enfermas, por debajo del primer racimo que permanezca sin cosecharse continuando con ésta practica conforme se va cosechando los siguientes racimos, hasta una altura de 40 a 50 cm (Serrano 1979).
- **Poda de hojas o deshojado.** Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo. Pérez y Castro (1999) citados por Bautista y Alvarado (2006) mencionan que de no hacer esta práctica, se genera un microambiente de alta humedad en la parte inferior, que por un lado, es propicio para el desarrollo del tizón tardío y *botritis* y, por otra parte, disminuye la penetración de luz, lo cual retarda la maduración de los frutos.
- **Poda de brote apical.** Los materiales de crecimiento indeterminado tienen una yema vegetativa en la parte apical del tallo principal que permite el crecimiento continuo de la planta, por lo que el sistema de tutores no permite la conducción de la planta a más de diez racimos. Por tanto es necesario eliminar la yema apical y dejar dos o tres hojas arriba del último racimo floral (Pérez y Castro, 1999, citados por Bautista y Alvarado, 2006).

#### **2.6.4. Despuntado**

Esta actividad consiste en la eliminación de los brotes terminales de los tallos que se han dejado como guías, por encima del piso productivo que se considere económicamente interesante. Con el despunte se regula y acorta el ciclo vegetativo, determinando la longitud de la planta. Indirectamente esta practica puede repercutir en un incremento del tamaño de los frutos formados. (Maroto, 1995).

#### **2.6.5. Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos**

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en ramillete, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad; Este trabajo debe realizarse tan pronto como ha amarrado el número de frutos requeridos y antes de que comiencen a engordar, (llenar) los frutos indeseables (Horward, 1995).

#### **2.6.6. Aporcado y rehundido**

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El aporcado de plantas lleva como finalidad evitar el encharcamiento en la zona del cuello (Belda y Lastre, 1999).

#### **2.6.7. Tutorado**

Es una práctica imprescindible que se realiza para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (des-tallados, recolección, etc.), ya que todo ello, repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Howard, 1995).

Con esta práctica la planta se suspende mediante un hilo, atado a la estructura del invernadero sobre el que se va enrollado el tallo principal conforme va creciendo, a modo de carrete que permite soltar el hilo, y continuar indefinidamente con la parte productiva de la planta erguida en la misma altura (Canovas, 1999).

### **2.6.8. Bajado de plantas**

Johnson y Rock (1975) indican que conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre; a partir de este momento existen tres opciones:

1. Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un costo adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado “holandés” o “de perchas”, que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.
2. Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad.
3. Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado.

Atherton y Rudich (1986) señalan que persisten dudas en el sector productivo acerca de la severidad y frecuencia con que debe realizarse el bajado de planta para no afectar los rendimientos. Considerando la mano de obra y las posibilidades de transmisión de enfermedades, se recomienda que el bajado de las plantas se realice el menor número de veces durante el ciclo del cultivo.

Pilatti y Bouso (2000) realizaron un experimento para medir efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero. Mencionan que el bajado debe realizarse cuando las plantas alcanzan una altura que ya no permite un adecuado manejo del cultivo, sin embargo, este descenso de las plantas puede afectar la interceptación de radiación solar y consecuentemente al rendimiento del cultivo. Los tratamientos consistieron en el bajado de plantas según el siguiente criterio: 1) 25 cm por semana, 2) 50 cm cada 14 días, 3) 75 cm cada 21 días y 4) 100 cm cada 28 días. Las plantas que sufrieron un menor y más frecuente bajado (25 cm por semana) interceptaron más luz que el resto de los tratamientos, sin embargo, ninguno de los tratamientos estudiados modificó la producción de frutos comerciales.

#### **2.6.9. Arreglo topológico**

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado es de 1.5 metros entre líneas y 0.5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas por metro cuadrado con marcos de 1 x 0.5 m. Cuando se tutoran las plantas con perchas las líneas deben ser “pareadas” para poder pasar las plantas de una línea a otra formando una cadena sin fin, dejando pasillos amplios para la bajada de perchas (aproximadamente de 1.3 m) y una distancia entre líneas conjuntas de 70 cm (Zaidan y Avidan, 1997).

Existen métodos de hilera sencilla o doble, con un espaciamiento entre plantas que oscila entre 25 - 30 cm en hileras sencillas y 40 - 50 cm en hileras dobles. En términos generales, la densidad normalmente oscila entre 2.0 a 2.5 plantas m<sup>2</sup> (Horward, 1995).

#### **2.6.10. Fertilización de cobertura ( fertirrigación )**

Se entiende por fertirrigación la aplicación de sustancias nutritivas necesarias por las especies vegetales en el agua de riego, aplicándolas en cantidad, proporción y forma

química requerida por las plantas, según su etapa fenológica, ritmo de crecimiento y acumulación de materia seca, de tal manera que se logre a corto y largo plazo altos rendimientos con calidad y mantenimiento de un adecuado nivel de fertilidad general en el medio de crecimiento (Navarro 2002).

Cadahía (1999), indica que las principales ventajas del sistema de fertirrigación son las siguientes:

- Dosificación racional de los fertilizantes.
- Un considerable ahorro de agua.
- Utilización de aguas incluso de mala calidad.
- Nutrición del cultivo optimizada y por lo tanto aumento de rendimientos y calidad de los frutos.
- Control de la contaminación.
- Mayor eficacia y rentabilidad de los fertilizantes.
- Adaptación de los fertilizantes a un cultivo, sustrato, agua de riego y condiciones climáticas, durante todos y cada uno de los días del ciclo del cultivo.
- Automatización de la fertilización.

En cultivo en suelo y en enarenado el establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

- Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica), que se determinará mediante un manejo adecuado de tensiómetros, siendo conveniente regar antes de alcanzar los 20-30 centibares.
- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).
- Evapotranspiración del cultivo.
- Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).
- Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad).

El valor óptimo del pH de la solución de riego es de 6 a 6.5 y el pH de la solución de lixiviación no más de 8.5. El pH del agua de riego se ajusta mediante la inyección de ácido. Cuando el pH del agua de lixiviación es superior a 8.5, indica que el pH en la zona radical alcanza valores que provocan la precipitación de fósforo y menor disponibilidad de micro-nutrientes (Zaidan y Avidan, 1997).

El ajuste es por medio de la relación  $\text{NH}_4/\text{NO}_3$  de la solución de riego, si el pH se hace demasiado alcalino, se debe aumentar la proporción de  $\text{NH}_4$  con respecto al  $\text{NO}_3$  en la solución nutritiva y viceversa. El porcentaje de amonio no debe superar el 20% del total del nitrógeno aportado (Zaidan y Avidan, 1997).

En términos generales, el intervalo de riego debe ser de 3 a 5 veces por día, según el tipo de sustrato, en las primeras dos semanas después de la plantación. La frecuencia de riego ira en aumento con el desarrollo de las plantas, y alcanzará el nivel de 5-10 veces por día durante el máximo consumo. La lámina diaria será dividida durante el día (Zaidan y Avidan, 1997). Dichos Autores mencionan los requerimientos de elementos nutritivos por etapa fenológica (Cuadro 2.2).

**Cuadro 2.2 Concentración de nutrientes por planta (Zaidan y Avidan, 1997)**

Estado de la planta	Elementos Nutritivos ( $\text{mg L}^{-1}$ )				
	N	P	K	Ca	Mg
Plantación y establecimiento	100-120	40-50	150-160	100-120	40-50
Floración y cuajado	150-180	40-50	200-220	100-120	40-50
Inicio de maduración y cosecha	180-200	40-50	230-250	100-120	40-50

El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores. En ocasiones se abusa de él, buscando un acortamiento de entrenudos en las épocas tempranas en las que la planta tiende a ahilarse. Durante el invierno hay que aumentar el aporte de este elemento, así como de magnesio, para evitar fuertes carencias por enfriamiento del suelo (Zaidan y Avidan, 1997).

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcilloso-arenosos. En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos; cuando están enarenados prefiere suelos de pH entre 5 y 7 (Nonnecke, 1989).

Como ya se ha indicado, la solución de nutrientes deberá proveer de agua, nutrientes y oxígeno a las plantas. Para suministrar a las plantas todo aquello que necesitan es importante obtener la mayor eficiencia durante cada uno de los ciclos de riego; así pues, la solución deberá mojar el lecho de las plantas uniformemente y el drenaje ser completo y rápido, de forma que el oxígeno esté a disposición de las raíces ( Resch, 1997).

En condiciones salinas se debe prestar especial cuidado en aplicar agua en exceso para lavar las sales por debajo de la zona radical, siendo el requerimiento de lixiviación mucho más alto que en condiciones no salinas (Rhoades y Loveday, 1990).

La baja capacidad de retención de agua y la pequeña reserva de nutrientes existente en estos sistemas con sustratos, hacen que éstos sean muy sensibles y con poca capacidad de recuperación frente a cualquier error en el fertirriego (Asaf, 1990).

Esto implica que los ciclos de fertirriego deben ser frecuentes, homogéneos y precisos. El aporte de nutrientes debe ser completo (N, P, K, Ca, Mg y micronutrientes) y el pH debe ser mantenido constantemente dentro de los valores adecuados. El monitoreo del agua de riego y de drenaje debe ser exhaustivo (Asaf, 1990).

En cultivo hidropónico el riego está automatizado y existen distintos sistemas para determinar las necesidades de riego del cultivo, siendo el más extendido el empleo de bandejas de riego a la demanda. El tiempo y el volumen de riego dependerán de las características físicas del sustrato (Avidan, 1998).

El fertirriego (lámina de agua e intervalo de riego) debe ajustarse de acuerdo al gradiente de CE y cloro entre la solución de riego y la de drenaje, para mantener así las sales por debajo de la zona radicular activa. Si la diferencia entre la CE de la solución lixiviada y de la solución entrante es más de 0.4-0.5 dS/m, y/o si la concentración de cloro en la solución lixiviada es más alta que la solución entrante y supera los 50 mg/L, se recomienda aplicar un riego sin fertilizantes para lixiviar las sales (Avidan, 1998).

Los fertilizantes de uso más extendido son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato monopotásico, fosfato mono-amónico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo costo y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los

equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo. (Zaidan y Avidan, 1997).

Un pre-requisito esencial para el uso de fertilizantes sólidos en fertirriego es su completa disolución en agua. Ejemplos de fertilizantes altamente solubles apropiados para su uso en fertirriego son: nitrato de amonio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, urea, mono-fosfato de amonio, mono-fosfato de potasio, etc. En sistemas intensivos como invernaderos y/o sustratos artificiales, la solución nutritiva debe incluir calcio, magnesio y micro-nutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo). El hierro debe ser suministrado como quelato porque las sales de hierro, como por ej. sulfato de hierro, son muy inestables en solución y el hierro precipita fácilmente. En caso de aguas duras, se debe tomar en cuenta el contenido de Ca y Mg en el agua de riego (Imas, 1999).

#### **2.6.11. Calidad del agua de riego ( obturación de goteros )**

Es importante el aprovechamiento del contenido en el agua de riego de elementos como  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{SO}_2^{-4}$ . Debido al contenido salino de las aguas, las precipitaciones de fosfatos y sulfatos de calcio y, fundamentalmente, la carbonatación de los residuos de bicarbonatos de calcio y la desecación de disoluciones salinas pueden producir obturación de goteros. Para evitar dicha obturación se utilizan disoluciones madres ácidas, en función de la calidad del agua de riego y manteniendo, al mismo tiempo, las relaciones óptimas de nutrientes además de realizar diariamente un lavado al final de la fertilización con  $\text{HNO}_3$  diluido, a pH de 3,5 a 6, según el sustrato, o con la misma agua de riego (Cadahía, 1999).

Magán (2002) mencionó que para que un sistema de cultivo sin suelo pueda ser empleado a nivel comercial, es necesario que permita el desarrollo de la raíz en perfectas

condiciones, de manera que debe aportar de forma óptima los siguientes elementos:

- Aireación
- Agua
- Solutos
- Temperatura

Cualquier sistema de cultivo sin suelo adoptado funcionará tanto mejor cuanto más óptimamente proporcione los elementos antes mencionados, así, los sistemas con sustrato dependerán muy directamente del manejo del riego para conseguir un adecuado equilibrio aire / agua, mientras que en los hidropónicos es la aireación el principal problema, al contrario de lo que sucede en los aeropónicos, en los que la dificultad estriba en mantener humedecida toda la raíz (Magán, 2002).

#### **2.6.12. Polinización**

En las variedades comerciales de jitomate a cielo abierto, las plantas se autopolinizan y no necesitan de abejas. La polinización ocurre cuando la temperatura nocturna es entre 13 y 24 °C y cuando la temperatura del día es de 15.5 a 32 °C temperaturas más altas o más bajas, particularmente en la noche, provocan que las flores caigan sin tener fruto. En condiciones de invernadero la polinización se puede llevar a cabo con vibrador de mano; esto se hace varias veces, durante varios días para asegurar la polinización, de otra manera también se puede realizar con un bat y moviendo las rafias con las que se guían. La polinización biológica ha tomado relevancia, y consiste en liberar polinizadores desde la cuarta semana después del trasplante. La especie comercial que se utiliza son abejorros (*Bombus terrestris*), a una densidad de población de cuatro colonias por hectárea (Gil y Miranda, 2000, citados por Bautista y Alvarado, 2006).

Dogterom y Plowright (1998) en un estudio realizado para medir el efecto de la polinización de tomate en invernadero por medio del abejorro (*Bombus vosnesenskii* Radoszkowsk) fue determinado en la medición del tamaño de fruto y su contenido de semilla., la polinización del abejorro fue comparada en los tratamientos: Sin polinización, polinización manual y polinización manual más abejorro. Los resultados encontrados indicaron que las flores polinizadas con abejorros, produjeron frutos más grandes que las flores que no fueron polinizadas con abejorros y que la forma del fruto no fue afectada por la polinización con abejorros. Los resultados muestran que el *Bombus vosnesenskii* es un efectivo polinizador dentro del invernadero.

Cuando la polinización se ha efectuado correctamente, se desarrollaran al cabo de una semana los frutos en forma de bolita; esto lo que se domina cuajado de la flor. Cuando las plantas jóvenes producen sus primeros racimos se deben polinizar cada día hasta observar los frutos. Es muy importante que cuajen los primeros racimos, pues esto induce a la planta a un estado reproductivo que favorecerá grandemente la floración y productividad conforme se vaya desarrollando. En el momento en que los primeros racimos hayan cuajado se puede seguir la polinización en días alternos (Resh, 1997).

## **2.7. Sustratos**

### **2.7.1. Generalidades de los 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).

Sade (2001) describe como sustratos a las mezclas que reemplazan al suelo para el establecimiento y cultivo de plantas, y describe algunos de ellos como son: a) Arena. Con granos que varían de 0.05 a 2 Mm, ésta debe ser lavada antes de usarse debido a las

sales que pueda contener; b) Lana de roca, utilizada principalmente en hidroponía, producida a base de piedras basálticas y arenosas, sus fibras muy delgadas mezcladas con sustancias adhesivas forman un colchón, muy porosa (97 %) liviana, y de química inerte; c) Vermiculita, especie de mica que es esponjosa y aumenta considerablemente su volumen, es un aislante térmico, inocuo, con pH neutro, absorbe un 24 % de su peso en agua. Contiene un 8 % de potasio y 9 % de magnesio; d) Perlita, es un silicato de alúmina y de origen volcánico, compuesto perlado ligero y de baja capacidad de intercambio; e) Turbas, materiales vegetales conservados en terrenos pantanosos. Son ácidas y bajas en contenido de minerales y su composición varía y f) Mantillo o abono compuesto (composta), proviene de la descomposición de materia orgánica en forma biológica y aeróbica; en el proceso de fermentación se pierden los compuestos de fácil descomposición y se conservan los de lenta descomposición. Este se emplea en los campos o para enriquecer el suelo de las macetas o camas de cultivo.

## **2.7.2. Propiedades de los sustratos**

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

### **2.7.2.1. 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.

### **2.7.2.2. Propiedades físicas**

- Composición y estructura.

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

#### **2.7.2.3. Propiedades Químicas**

- Capacidad de Intercambio Cationico (CIC)
- pH
- Capacidad buffer
- Elementos Tóxicos
- Conductividad eléctrica (CE)

#### **2.7.2.4. Propiedades Biológicas**

- Contenido de Materia Orgánica
- Relación Carbón-Nitrógeno

La bio-estabilidad es la principal propiedad biológica y se refiere a la estabilidad de un sustrato orgánico frente a los organismos que lo pueden degradar (Lemaire, 1997).

#### **2.7.3. Clasificación de sustratos**

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

Los sustratos comerciales tienen mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos y aditivos. Los sustratos más utilizados son: Turbas, las cuales son clasificados según su

origen en ; turberas bajas, transición y altas que a su vez subdividen en turba rubia y turba negra, perlita, pumita, vermiculita, compost de cáscara de cacao, tierra volcánica, gravas, arenas, lana de roca, poliestireno y poliuretano (Handerck y Black, 1991).

#### **2.7.4. Sustratos orgánicos**

La alta producción y el elevado consumo de fertilizantes de origen químico, en los sistemas de agricultura intensiva han creado la alternativa de usar sustratos orgánicos, ya que con esto se elimina el riesgo de contaminación por uso racional. El sustrato orgánico a base de estiércol bovino, es una materia prima que en la Comarca Lagunera existe de sobra, ya que según la SAGARPA (2001) se generan aproximadamente 45, 773 toneladas mensuales, provenientes de 239, 099 cabezas de ganado vacuno (Figuroa y Cueto, 2002).

Los sustratos 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).

#### **2.7.5. Sustratos inorgánicos o inertes**

Son aquellos que no reaccionan químicamente con el agua o fertilizantes, de modo que no le proporcionan nutrimentos a las plantas pero si les dan otros beneficios como una

buen anclaje, retención de aire y agua. Algunos sustratos inertes serian: Vermiculita, perlita, lana de roca, etc. (Infoagro, 2007).

## **2.8. Abonos orgánicos**

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

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).

### **2.8.1. Composta**

El estiércol se ha venido utilizando, con fines agrícolas, prácticamente desde que existe ganado; sin embargo, su manejo ha sido deficiente, ya que generalmente se amontona en lugares adyacentes a los establos o donde el ganado pasa la noche, con la consiguiente pérdida de nutrimentos y deterioro del material al estar sujeto a la acción del sol, la lluvia y el viento; propiciando condiciones de anaerobiosis que provoca la producción de gas metano que contamina el medio ambiente con malos olores. Por tales descuidos en el manejo de este subproducto, se favorece también la proliferación de insectos transmisores de enfermedades, además, la recolección, transporte y aplicación se dificulta al estar el material disperso (Quintero, 2004).

Lo abonos Orgánicos tienen por objeto nutrir indirectamente a las plantas a través de los seres vivos del suelo, particularmente de los microorganismos. Estos seres vivos

son los que realizan la producción del humus y nutrición de las plantas. Los efectos benéficos generales de la adición de abonos orgánicos al suelo, se traducen en altos rendimientos, que muchas veces no se logra con los fertilizantes químicos (Toyes, 1992).

#### **2.8.1.1. Nutrientes en la composta**

N, P, y K son los símbolos de los tres principales nutrientes que requieren las plantas; por ley, todo producto que se venda como abono debe estar respaldado por un análisis de estos tres minerales: el Nitrógeno para el crecimiento de las partes verdes de la planta, para formación de proteínas y como fuente de alimento en los montones de composta; el Fósforo para la energía de la planta y para las flores y semillas; el Potasio para la síntesis de proteínas y la tras-locación ( o transporte ) de los carbohidratos para fabricar tallos robustos. Las plantas requieren también un buen abastecimiento de Materia Orgánica para obtener cantidades suplementarias de nitrógeno, fósforo, azufre, cobre, zinc, boro y molibdeno. Existen otros ocho nutrientes necesarios para las plantas, que sólo en condiciones ideales se encuentran originalmente entre los minerales del suelo. La naturaleza requiere un abastecimiento completo de nutrientes y es nuestra responsabilidad, como buenos guardianes del suelo, cubrir ese requerimiento. Un análisis de laboratorio para determinar la aplicación de abonos no siempre contempla las necesidades reales del sistema suelo-planta (Quintero, 2004).

En la composta, fertilizante orgánico por excelencia, del 70 al 80 % de P y del 80 al 90 % de K, están disponibles el primer año. En el caso del nitrógeno, debido a que todo es orgánico, se tiene que transformar a formas iónicas para poder ser asimilado por la plantas, con una tasa de mineralización alrededor del 11% (Rosen and Bierman, 2005).

#### **2.8.1.2. Usos y beneficios de la composta**

La composta 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 la composta 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 substratos para producción de plántulas. La recomendación para usarla como substrato es que se tiene que mezclar con otros materiales; ya que sola puede inhibir la germinación de algunas semillas (De la Cruz., 2005).

### **2.8.2. Empleo del yeso en la agricultura**

Los fertilizantes representan agro-insumos fundamentales de los esquemas modernos de producción y constituyen tecnologías cada vez mas necesarias y utilizadas para sostener e incrementar el rendimiento de los cultivos y la producción de alimentos. Bajo estas perspectivas los fertilizantes y enmiendas forman parte vital del desarrollo sustentable de la agricultura ya que permiten hacer frente a la creciente demanda de alimentos de una población en progresiva expansión (Godínez., 2003).

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 mas 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).

### **2.8.2.1. El 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).

### **2.8.3. Lombricultura ó lombricomposta**

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).

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).

#### **2.8.4. Té de composta**

También conocido como te de composta o vermicomposta dependiendo del material con el cual se prepara. Es aquel material líquido extraído a base de composta y que suele ser utilizado para la fertilización de plantas (Rodríguez, 2007).

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

##### **2.8.4.1. Contenido de Té de composta**

El té contiene todos los nutrimentos 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 te de composta. 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 composta, y en las aditivos agregados (Cascadia., 2001).

## **2.9. Agricultura orgánica**

### **2.9.1. Generalidades de la agricultura orgánica**

Zamorano (2005) señala que la agricultura orgánica ha despertado gran interés en amplios sectores de la sociedad. Este gran interés empezó en los países desarrollados hace ya más de dos décadas. Durante los últimos años, se ha registrado un comportamiento muy dinámico en la demanda y el consumo de productos orgánicos, sobre todo en los países desarrollados. La explicación reside en la preocupación creciente de la población con relación a la ingesta de productos alimenticios inocuos, sanos, de los cuales se conozca su origen y trayectoria real, así como la mayor conciencia por la conservación del medio ambiente

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

### **2.9.2. Conceptos de la agricultura orgánica**

Comúnmente el término Orgánico se utiliza para designar los compuestos complejos del carbono; pero en agricultura Orgánica, se califica en el sentido más amplio, los materiales compuestos, total o principalmente de sustancias de origen animal o vegetal (FIRA, 2003).

En vista de lo anterior, se citan algunos autores y organizaciones que dan su definición y que llaman nuestra atención, se analizan con el afán de tener una idea más extensa sobre este tema tan relevante.

Según la FAO (2001) "La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Los sistemas de

producción orgánica se basan en normas de producción específicas y precisas cuya finalidad es lograr agro ecosistemas óptimos que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico y económico. En el intento de describir más claramente el sistema orgánico se usan también términos como "biológico" y "ecológico". Los requisitos para los alimentos producidos orgánicamente difieren de los relativos a otros productos agrícolas en el hecho de que los procedimientos de producción son parte intrínseca de la identificación y etiquetado de tales productos, así como de las declaraciones de propiedades atribuidas a los mismos".

Koepf (1981) menciona que el objetivo primordial de la agricultura orgánica es el de trabajar el suelo lo menos posible, con ello, no se quiere decir que se puede sembrar en un suelo duro y compacto, sino que, tenemos que alimentar a los labradores del suelo, las raíces, lombrices y a todos los seres vivos que allí habitan, para lograr un suelo siempre mullido que requiere por lo tanto de una mínima labor, donde se desarrollaran plantas mas vigorosas y sanas libres de parásitos y optimas de desarrollo a tal grado que sus propias condiciones de defensa-lucha biológica natural son suficientes para combatir un parásito.

Gerbe (1981) considera que para poder llevar a cabo la agricultura orgánica se rechaza el monocultivo, considerado como anti-ecológico, respetando además los árboles, barreras y demás elementos del entorno natural.

### **2.9.3. Ventajas de la agricultura orgánica**

Según EDUSAT (2003) las ventajas de la agricultura orgánica son las siguientes: a) Establece un sistema productivo compatible, amigable y respetuoso con el medio ambiente, b) Conserva el equilibrio de los recursos naturales, c) Proporciona oportunidades comerciales emergentes, d) Combina los conocimientos tradicionales con la ciencia moderna para descubrir tecnologías de producción innovadoras, e) Fomenta el debate público sobre el desarrollo sustentable, generando conciencia sobre problemas ambientales y sociales que merecen atención.

#### **2.9.4. Agricultura orgánica en el mundo**

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

Actualmente se estima en alrededor de 23 millones de hectáreas destinadas a producir alimentos orgánicos en el orbe, de las cuales 18 millones de hectáreas se encuentran distribuidas en siete países: Australia con 10.5 mill., Argentina 3.2 mill., Italia 1.2 mill., Estados Unidos 950 mil, Reino Unido 679 mil, Uruguay 678 mil y Alemania con 632 mil. La importancia relativa de la agricultura orgánica en los países europeos, se ubica en promedio en 2.5 % a 3% de la superficie total. Aunque ya hay países como Suiza, Dinamarca, y Holanda en donde la proporción llega al 5–6%. Por su parte, Estados Unidos ha incrementado su superficie cultivada con productos orgánicos en más del doble durante la década de los 90's, presentando una tasa de crecimiento media anual de 20%. En Latinoamérica, además de Argentina segundo país líder mundial en superficie de manejo orgánico, Brasil y Chile cuentan con alrededor de 275 mil ha cada uno. Por su parte en México, la agricultura orgánica ha seguido la tendencia internacional y también se encuentra en gran expansión. La superficie bajo este régimen de producción ha pasado de 25 mil a más de 220 mil hectáreas en los últimos 10 años (Claridades Agropecuarias, 2005).

#### **2.9.5. Agricultura orgánica en México**

La Agricultura Orgánica ha llamado la atención no sólo de los pequeños productores, sino también de productores medianos y grandes, quienes también buscan

opciones que les permitan obtener mejores ingresos. En el año 2000, los productores orgánicos estaban principalmente representados por los pequeños productores (98% del total) de tipo campesino e indígenas organizados (con promedio de 2 ha por productor), quienes cultivaban 84% de la superficie y generaban 69% de las divisas del sector orgánico. En el caso de los productores medianos y grandes (menos del 2% del total), estos cultivaban el 15.8% de la superficie orgánica y generaban el 31% del total de divisas de este sector (Gómez *et al.*, 2001).

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

#### **2.9.6. Normatividad de productos orgánicos**

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

### 2.9.7. Antecedentes de la producción de tomate orgánico bajo invernadero

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

San Juan (2005) encontró trabajando con fertilizantes orgánicos bajo invernadero un rendimiento de 134.39 ton ha<sup>-1</sup> con el híbrido “Boski”, y 140 ton ha<sup>-1</sup> en el híbrido “Big Beef” bajo las mismas condiciones.

De León (2004) obtuvo como resultado una producción de 93.91 ton ha<sup>-1</sup> con el híbrido “Andre” con un tratamiento de vermicomposta y arena al 50%, 89.88 ton ha<sup>-1</sup> con el material “Boski” bajo el mismo tratamiento, mientras que también obtuvo 71.27 ton ha<sup>-1</sup> con el híbrido “Andre” con un tratamiento de Biocomposta y arena a razón de 50%.

Por su lado Partida (2005) demostró que el híbrido Red Chief bajo condiciones de invernadero produce un rendimiento de 224.74 ton ha<sup>-1</sup> con un sustrato de arena con composta (de manera graduada) a razón de 50% y quelatos, y 123.1 ton ha<sup>-1</sup> con arena y composta (50%) sin fertilizante.

Lara (2005) coincide con San Juan (2005) con un rendimiento de 142.1 ton ha<sup>-1</sup> con el cultivar “Big Beef” con un tratamiento de arena y vermicomposta (50%) y Lara supera a San Juan con un rendimiento de 216.23 ton ha<sup>-1</sup> con el mismo sustrato pero difiere al suministrar la cantidad total de vermicomposta de manera fraccionada a lo largo del ciclo productivo, aunque el máximo rendimiento de 235.38 ton ha<sup>-1</sup> la obtuvo con el híbrido “Red Chief” bajo éste último tratamiento.

Hernández (2003) utilizando el genotipo “Gironda” bajo invernadero con fertilización química obtuvo un rendimiento de 147.46 ton ha<sup>-1</sup>.

Por su parte García (2006) obtuvo como resultados al trabajar con híbridos de tomate bajo invernadero y fertilización orgánica un rendimiento de 181.3 ton ha<sup>-1</sup> con el cultivar “Ivonne”, mientras que “Granitio” le arrojó una producción de 150.6 ton ha<sup>-1</sup>.

En invernaderos no automatizados los productores de la región del Bajío, Guanajuato y en el municipio de Texcoco Estado de México, con este tipo de estructura se pueden lograr rendimientos de 15 kg m<sup>-2</sup> con un ciclo de producción de 6 a 7 meses, mientras que en invernaderos de alta tecnología se puede obtener producciones de 52 Kg. m<sup>-2</sup> con un ciclo de cultivo de once meses (Hoyos y Duque, 2002).

## **2.10. Nutrición**

### **2.10.1 Concepto de nutrición**

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), Manganeseo (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).

### **2.10.2. Solución nutritiva**

Los fertilizantes de uso más extendidos son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato mono-potásico, fosfato mono-amónico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo costo y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo (Zaidan y Avidan 1997).

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 mas 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).

## 2.11. Control de las principales plagas y enfermedades del tomate

### 2.11.1. Plagas

**Cuadro 2.3. Principales plagas del tomate en invernadero**

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

Fuente: Miranda (2006)

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

### 2.11.2. Enfermedades

**Cuadro 2.4. Principales enfermedades del tomate en invernadero**

Enfermedad	Daños	Combate
“Damping-off”. Secadera de plántulas. Hongos de los géneros <i>Phythium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Phoma</i> , <i>Aphanomyces</i> y <i>Sclerotium</i> .	El tallo de la plántula se constriñe al nivel del suelo; esa porción atacada se reblandece y la planta se dobla y muere.	Fungicida Ridomil 25 WP o Ridomil Gold.
Tizón temprano. <i>Alternaria solani</i> (Ell & G. Martin).	Se presenta en tallos, follaje y fruto de tomate.	Dofolatán, Maneb, Zineb, Dithane M-45 o Daconil.
Cenicilla. <i>Leveillula taurina</i> (Lév.) Arn.	Pequeñas manchas amarillentas casi circulares sobre el haz de las hojas infectadas.	Productos azufrados ya sea en forma espolvoreada o aspersiones.
Tizón tardío. <i>Phytophthora infestans</i> (Mont) De Bary.	El pecíolo se dobla, las lesiones en las hojas son más o menos grandes y de forma irregular, hundidas y color verdoso.	Difolatán, Maneb, Zineb, Dithane-M-45, Dyrene, Daconil.

Enfermedad	Daños	Combate
Virus mosaico del tabaco.	Causa en el follaje un moteado que varía del verde claro al oscuro, acompañado de enrollamiento y malformaciones de las hojas.	Usar semilla certificada, prohibir fumar dentro del invernadero, y lavarse las manos con jabón, agua y en alcohol al 70%.
Virus del enchinamiento del tomate, la causa un virus, y se trasmite por la mosquita blanca.	Crecimiento raquítico (achaparramiento); los folíolos de sus hojas, presentan enchinamiento.	Combatir la mosca blanca y malezas.
Moho de la hoja. <i>Cladosporium fulvum</i> Cooke.	En las hojas son áreas amarillentas o verde claro; el área correspondiente en el envés se cubre con filamentos y esporas del hongo de aspecto aterciopelado y de color gris o café pálido.	Dyrene, Dithane-M-45, cobres fijos, Difolatán más Sulfato de Zinc y Daconil a intervalos semanales.

Fuente: Miranda (2006)

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización geografía de la Comarca Lagunera**

La Región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos 101° 40´ y 104° 45´ de longitud Oeste, y los paralelos 25° 05´ y 26° y 54´ de latitud Norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es de 1,139 m. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se 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 °C., una mínima de 11.68 °C y una temperatura media de 19.98 °C (CNA, 2002).

#### **3.2. Localización del experimento**

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

#### **3.3. Climas de la región**

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. Tipo y condiciones del invernadero

El experimento se realizó bajo un invernadero semicircular con sistema de ventilación y calefacción, con un área de 250 m<sup>2</sup> y estructura totalmente metálica, cubierto lateralmente por láminas de poli carbonato y doble capa de plástico en el techo; el sistema de enfriamiento consiste en una pared húmeda colocada en el extremo opuesto a la puerta de acceso, además de dos extractores colocados a ambos lados de la misma puerta (figura 3.1). La calefacción fue suministrada con un quemador de gas, el cual se accionaba y apagaba de acuerdo a la temperatura prevaleciente en el interior del invernadero, esto para tratar de evitar llegar a temperaturas inferiores de 12 °C. El sistema de riego fue por goteo. Para el drenaje de los lixiviados de las macetas, el invernadero cuenta con estructuras de concreto en el centro donde coinciden dos hileras de macetas, este lixiviado corre por dicho concreto, se unen todos y salen a través de una tubería que descansa en la parte externa del invernadero en una cisterna.

**Figura 3.1 Invernadero del Campo Experimental La Laguna CELALA-INIFAP. 2007.**



### 3.5. Genotipos

Se evaluaron 2 genotipos llamados “Big Beef” y “Romina”, los cuales son de crecimiento indeterminado y se caracterizan por su larga vida.

**Big Beef.** Genotipo de tomate de crecimiento indeterminado el cual se caracteriza por su larga vida y tamaño grande de excelente sabor, éste híbrido se caracteriza por su

larga vida de anaquel así como a su alta resistencia sobre el Virus del mosaico del tomate, *Verticilium albo-atrum*, *Verticilium dahliae*, *Fusarium oxysporum* f. Sp. *Lycopersici*.

**Romina.** De la casa comercial Seminis, son tomates de crecimiento indeterminado y del tipo bola los cuales como se dijo anteriormente, tienen larga vida de anaquel.

### **3.6. Sustratos**

Para la realización de este trabajo de investigación se utilizaron tres tipos de sustratos, estos son: arena, composta normal y composta con yeso.

La arena fue, arena de río, este sustrato inerte fue utilizado tanto para la fertilización orgánica como para la fertilización inorgánica, así también para la mezcla con los dos tipos de compostas.

### **3.7. Material composta**

La composta 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 composta utilizado. CELALA-INIFAP. 2007.**

Para las diferentes compostas como para el té de composta y el agua de riego se realizaron análisis químicos como se muestra el siguiente cuadro 3.1 para determinar su riqueza nutricional y sus propiedades químicas y biológicas.

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

Numero de laboratorio	Composta 1	Composta 2	Té composta	agua
<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
Fierro (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>				240.0

### 3.8. Diseño experimental

El diseño que se utilizó fue de bloques completamente al azar. Los genotipos Big Beef y Romina, en los siguientes sustratos y sistemas: arena (50%) y composta simple

(50%), también, arena (50%) y composta con yeso (50%), fertilizados con té de composta. Las variables a evaluar fueron: fenología (altura y número de nudos), rendimiento, calidad del fruto (grados Brix, diámetro polar y ecuatorial, espesor de pulpa, color, peso y forma del fruto). Lo anterior con un ciclo de producción de 159 días. Este Diseño nos dio como resultado 4 tratamientos.

### 3.9 Tratamientos a evaluar

**Cuadro 3.2. Los tratamientos a evaluar son 2 genotipos. CELALA-INIFAP. 2007.**

Tratamiento	Sustrato	Fertilización	Genotipos
1	Composta con yeso + arena	Té de composta	A) Big Beef
2	Composta simple + arena	Té de composta	B) Big Beef
3	Composta con yeso + arena	Té de composta	A) Romina
4	Composta simple + arena	Té de composta	B) Romina

### 3.10. Fertilización

Para la realización y buen desarrollo de esta investigación se utilizaron 2 tipos de sustratos en 2 los diferentes genotipos mencionados anteriormente. La fertilización fue “Té de composta”. En tanto los 2 sustratos son los siguientes: Arena (50%) más composta simple (50%), arena (50%) más composta con yeso (50%).

### **3.10.1. Té de composta (Extracto de composta)**

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

1. En un tambo se colocan 75 lts. de agua, esta tenía su origen en agua de pozo.
2. En una bolsa porosa ("morrall" de plástico) se pesan y colocan 2.5 Kg. de composta.
3. En una cubeta (20lts) se coloca agua a la mitad de ésta y se introduce la bolsa con la composta dentro, en esta cubeta se lava la composta dos o tres veces, ésto con la finalidad de eliminar el exceso de sales que contiene dicha composta.
4. Una vez lavada se introduce la bolsa con la composta al tambo donde previamente fue colocada el agua.
5. Se agregan 40 grs. de azúcar o piloncillo (supliendo a la melaza) como alimento para los microorganismos.
6. Se agregan 12 ml. de Biomix N y 8 ml. de Biomix P, ésto con la finalidad de complementar las deficiencias nutrimentales de la composta.
7. Se coloca una bomba de aire ("oxigenador" o bomba de pecera) con la finalidad de que produzca un flujo continua de oxigeno dentro de la solución, esta realizaba su función justo en la parte baja del tambo, esta acción se lleva a cabo durante un lapso de 24 horas.
8. Una vez transcurrido el tiempo se encuentra listo para usarse.

### **3.10.2. Preparación del té de composta**

Este té se aplico en los tratamientos T1, T2, T3 y T4 a razón de medio litro (500 ml.) por maceta diariamente a partir del 15 de diciembre de 2006, pues se considera que la composta que contiene el sustrato tiene los suficientes nutrimentos para abastecer la planta a partir del trasplante y hasta esta etapa, siendo después de este lapso que se han presentado las mayores deficiencias cuando solo se utiliza composta, y se agudiza más el problema para el caso del elemento Nitrógeno, pues Raviv *et al.* (2004) citados por

Rodríguez *et al.* (2007) indican que después de dos meses del trasplante las plantas crecidas en vermicomposta requieren ser fertilizadas, porque el sustrato resulta deficiente en nutrimentos al ser lixiviados o absorbidos por la planta.



**Figura 3.3. Pasos para la preparación del Té de composta. CELALA-INIFAP. 2007.**

La razón por la que se debe alimentar con azúcar a los microorganismos de la composta es simple, si éstos no son alimentados con el azúcar, entonces buscarán alimentarse de los nutrientes que contiene la composta y competirán contra las plantas por esos nutrimentos.

**Cuadro 3.3. Fertilización inorgánica aplicada en las diferentes etapas. CELALA-INIFAP. 2007.**

Primera etapa		Segunda etapa	
Fertilizante	Cantidad (grs.)	Fertilizante	Cantidad (grs.)
N	171.6 ml	Fósforo	1600
K	312.0 ml	Ferticare NK	3850
		Nitrato de Calcio	3600
		Nitrato de Magnesio	1800
		Maxiquel multi <sup>1</sup>	100
		Bioquel Fe	100

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

### 3.11. Riego y drenaje

#### 3.11.1. Riego

Se realizó mediante el sistema de goteo programado con un controlador electrónico; como inicio del experimento se regaron las bolsas (macetas) hasta que estas empezaron a drenar, para después programar los riegos en función del sustrato, del tiempo atmosférico y por supuesto las necesidades de la planta. Pero cuando se regaba con el Té de composta, no se utilizaban los goteros, pues el riego con éste fertilizante fue un manual diariamente todo el ciclo.

#### 3.11.2 Drenaje

El drenaje era mediante orificios en igual número y dimensiones para todos los tratamientos, hechos en la parte inferior de las bolsas (macetas) que contenían el sustrato, así también mediante una canaleta de concreto donde coincidían los escurrimientos de las

macetas y por donde escurrían hacia un tinaco colocado en la parte exterior del invernadero y el cual se vaciaba cada vez que era necesario.

### **3.12. Control de plagas y enfermedades**

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

La enfermedad que se presentó con mayor incidencia fue *Fusarium*, seguida con muy poca presencia de *Alternaria* y Cenicilla. En cuanto a las plagas insectiles se tuvo presencia de Mosquita blanca, Pulgón negro y Paratrioza, cabe mencionar que en el caso de las plagas el problema se agudizó en la etapa final del ciclo, es decir, cuando las plantas se encontraban ya en producción de los últimos racimos. Es de mencionar también que para el caso de la Paratrioza muy específicamente presentó un crecimiento exponencial en la etapa final del cultivo, para lo cual se realizó el control correspondiente aunque no fue suficiente y ésta se mantuvo hasta el final del ciclo, situación similar de *Fusarium*, la cual ocasionó la muerte de algunas plantas disminuyendo el número total de estas, viéndose más afectados los tratamientos de otras tesis.

Para la prevención y control de estas situaciones se realizaron las aplicaciones (Cuadro 3.4.), las cuales fueron con productos orgánicos.

### Cuadro 3.4. Productos utilizados para el control de plagas enfermedades.

CELALA-INIFAP. 2007.

Producto	Aplicaciones	Problema de controla	
Amistar	4	Cenicilla	Funguicida
Bio F y B	3	Hogos y bacterias de raíz	Certificado por IFOAM
Bio-Insect	6	Mosquita blanca	Certificado por IFOAM
Decis	1	Grillos	Insecticida
Endosulfan-Mitac	2	Mosca negra	Insecticida
FLY-NOT	5		
MYCOBAC <i>Mignorum</i> <i>trichoderma</i>	2	Fusarium, Phytoptora, Phytium,	Fungicida biológico
Kell-Nemm	1	Mosquita blanca	
Sedric	2	Alternaria y cenicilla	Fungicida orgánico

### 3.13. Manejo del cultivo

#### 3.13.1. 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 20 L, 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 a la composta 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. CELALA-INIFAP.2007.**

### **3.13.2. Tutorado**

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo sosteniendo cada planta con rafia, hincándose cuando la planta alcanzó una altura de 30 cm. con la finalidad de mantener la planta erguida y con ello evitar que las hojas y frutos queden en contacto con el suelo y/o sustrato. Esta labor se llevo a cabo con un amarre de la rafia a la base del tallo evitando el estrangulamiento de éste, para posteriormente y conforme la planta presentó crecimiento se enredaba la rafia a la planta, labor realizada generalmente cada semana.



**Figura 3.5. Tutoreo de plantas. CELALA-INIFAP.2007.**

### 3.13.3. Poda

**Poda de axilares.** Con la finalidad de mantener la planta a un solo tallo se realizó esta actividad, tratando siempre que se eliminaran en el estado más tierno posible para evitar daños a la planta. La finalidad es evitar competencia con el tallo principal.

**Poda de hojas senescentes.** Esta labor se realizó para evitar que estas hojas se vuelvan parásitas, ya que en este estado dejan de producir fotosintatos. En esta poda se eliminaron las hojas bajas hasta donde se encontraba el primer racimo (de abajo hacia arriba) en producción a lo largo del ciclo.

**Poda de frutos o aclareos.** Con ayuda de tijeras de poda se eliminaron los frutos excedentes en cada racimo, dejando de esta manera los primeros cinco frutos en el primer racimo y los cuatro primeros en los racimos siguientes.

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

### 3.13.4. Bajado de plantas

Con las finalidades de que por un lado facilitar la toma de datos, polinización y cosecha, y por otro evitar que la planta se encuentre en la zona de máxima acumulación de calor del invernadero (zona alta) se realizó esta actividad, bajando todas plantas en una

misma dirección por cuestiones de estética, pero sobre todo para tenerlas plenamente identificadas a cada una.

### 3.13.5. 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 entre las 11 am y 1 pm para tener una mejor fecundación, y por ende, una mejor y mayor cosecha.



**Figura 3.6. Polinización mecánica de la flor. CELALA-INIFAP.2007.**

### 3.13.6. Fertilización

Aunque hay otro apartado para esta actividad, es de mencionar, que el té de composta por su granulometría presentaba la dificultad de poder tapar los goteros, así que esta labor se realizó diariamente de manera manual con los fertilizantes y cantidades para cada tratamiento.

### 3.13.7. Cosecha

**Figura 3.7. Grados de madurez del fruto de tomate: 1, Verde maduro; 2, Inicio de color; 3, Pintón; 4, Rosado; 5, Rojo pálido y 6, Rojo. (Hazera, 1999).**



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

### 3.14. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: altura de planta, número de nudos y rendimiento en  $\text{ton ha}^{-1}$  e inicio y fin de floración por cada racimo, los tres primeros fueron medidos semanalmente, mientras que la floración cada tercer día. En cuanto a la calidad, ésta fue cuantificada al medir las variables de diámetro polar y ecuatorial (vernier), peso del fruto (bascula granataria de precisión de hasta 600 grs.), grados Brix (refractómetro) ATARGO, con una escala de 0-32 °Brix.

Figura 3.8. Formato para evaluar forma del fruto en tomate bola (Hazera, 1999).



### 3.15. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza, considerando cada una de las características evaluadas; cuando se encontraron diferencias significativas se realizó una comparación de media por el método de D.M.S al 5% y Contrastes Ortogonales para fertilizaciones y los diferentes tipos de compostas. Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico *Statistical Analysis System (SAS)* versión 6.12 (SAS, 1998).

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

Se registraron los días después del trasplante de la apertura de la primer flor de cada racimo y el día en que se fecundaba la ultima flor de cada racimo, la altura y números de nudos semanalmente para con estos datos obtener las ecuaciones de regresión de cada tratamiento y estimarse los días en que aparecerá cualquier racimo de interés, y en donde “y” nos indica los Días Después del Trasplante (DDT) en que inicia o finaliza el racimo y “x” el número de racimo, mientras que para altura se estimarán el incremento de altura (cm) y numero de nudos a 100 y 150 días después del trasplante, siendo “y” la altura y/o el número de nudos; mientras que “x” los DDT de interés.

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

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Altura de plantas

Se obtuvieron ecuaciones de regresión para cada una de las interacciones estudiadas (Cuadro 4.1). Posteriormente se estimó la altura a partir de las ecuaciones obtenidas a los 100 días después del trasplante (DDT). El uso de esta regresión nos resulta de utilidad para predecir los valores y el tiempo al que abra que efectuar nuestras prácticas culturales tendientes a regular este carácter con la finalidad de atender la máxima eficiencia productiva.

Márquez y Cano (2004) mencionan un rango de alturas, obtenidas evaluando porcentajes de compostas y sustratos inertes en un ciclo de 135 días, entre 36.7 y 141.79 cm. Moreno *et al.* (2005) mencionan que no existe variación de alturas a diferentes niveles de vermicomposta, producidas de diferente fuente.

**Cuadro 4.1. Ecuaciones de regresión para la variable Altura de Planta en tomate en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007.**

Tratamientos	Ecuación de Regresión	R <sup>2</sup>	Altura estimada en cm. 100(DDT)
T1	$y = 6.8367x + 15.135$	0.92	101.31
T2	$y = 8.066x + 29.23$	0.98	128.33
T3	$y = 8.6521x + 0.6096$	0.98	104.0
T4	$y = 6.5084x + 26.447$	0.97	101.6

Figura 4.1. Líneas de tendencia central y ecuaciones de regresión para la variable altura de planta en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP.2007.

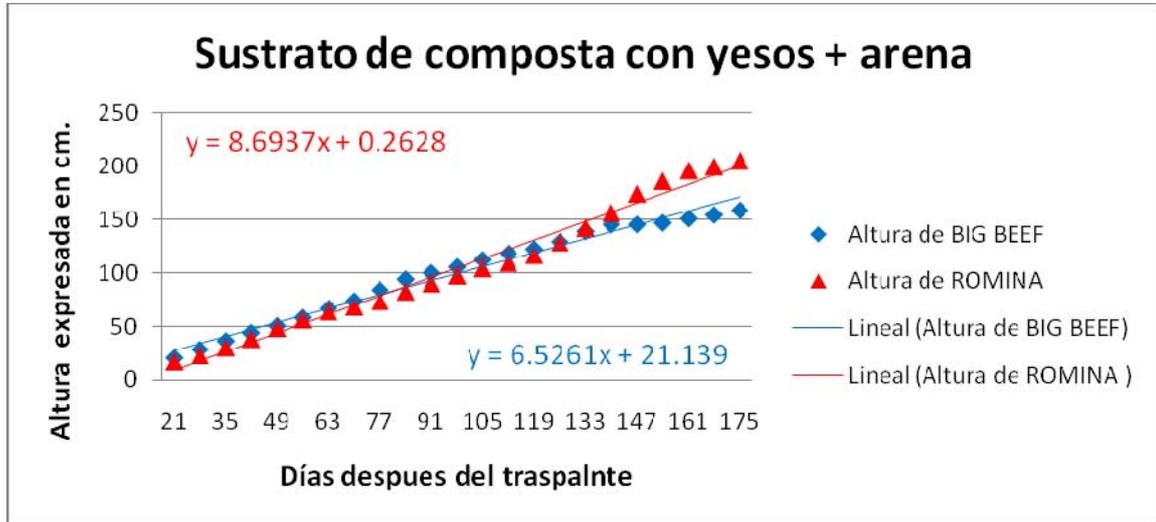


Figura 4.2. Líneas de tendencia central y ecuaciones de regresión para la variable altura de planta en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP.2007.

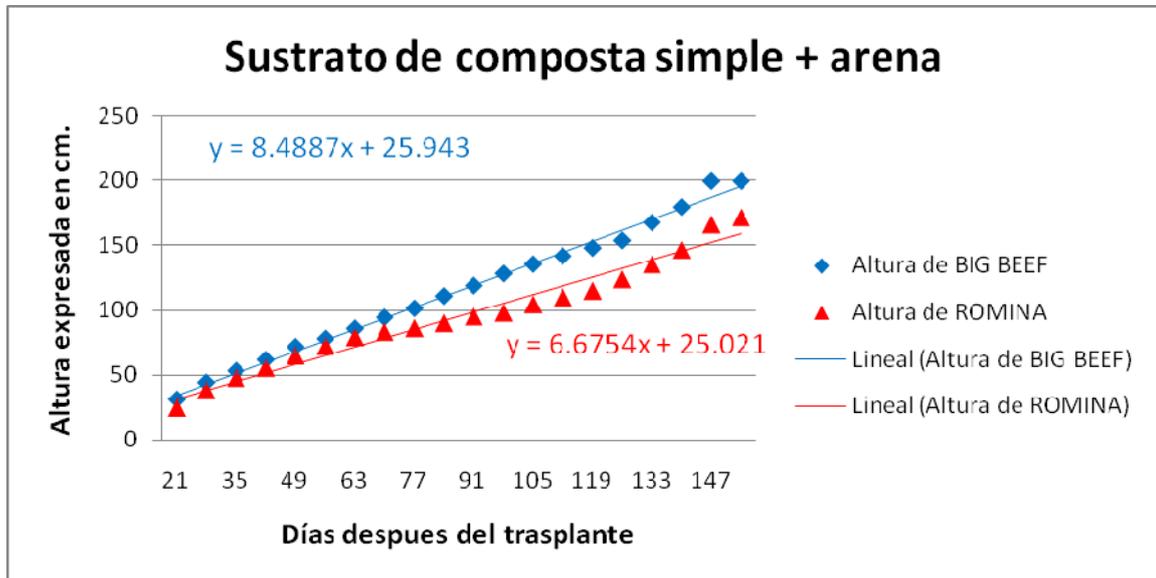
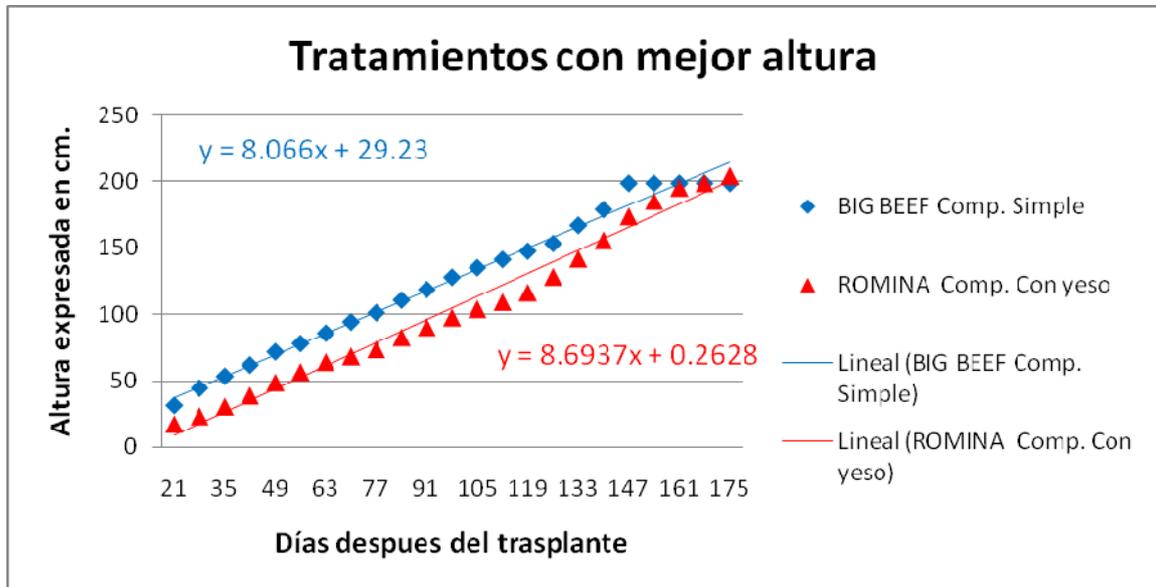


Figura 4.3. Gráficos que se comportaron de la mejor manera en cuanto a la variable altura de planta. CELALA-INIFAP. 2007.



#### 4.2. Número de nudos

A mayor número de nudos que presente una planta aumentarán los fotosintatos producidos por la planta.

Utilizando las ecuaciones de regresión para la variable nudos a 100 DDT con el genotipo "Big Beef" y con el sustrato de composta con yeso más arena presentan aproximadamente 29.44 nudos y manteniéndose éste genotipo y sustrato hasta que termine el ciclo como el tratamiento que mayor número de nudos produce. (Cuadro 4.2.)

**Cuadro 4.2. Ecuaciones de regresión para la variable numero de nudos en la planta en tomate en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007.**

Tratamientos	Ecuación de regresión	R <sup>2</sup>	Número de nudos. 100(DDT)
T1	$y = 1.4101x + 6.4921$	0.98	29.44
T2	$y = 1.7228x + 7.6429$	0.98	27.48
T3	$y = 1.8799x + 1.5668$	0.90	24.46
T4	$y = 1.7499x + 5.8312$	0.97	26.81

**Figura 4.4. Líneas de tendencia central y ecuaciones de regresión para la variable numero de nudos en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007.**

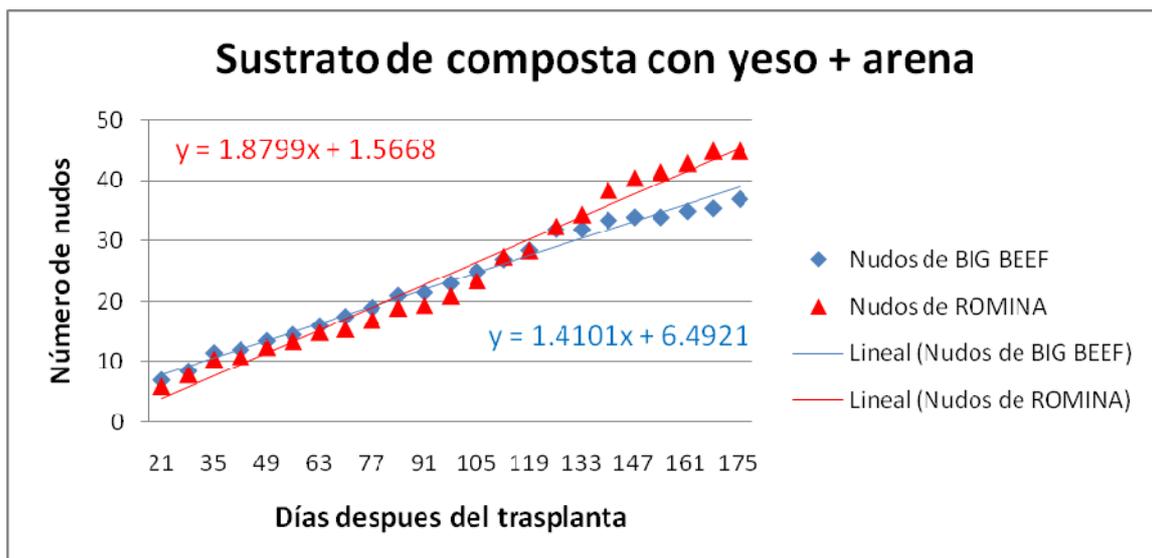


Figura 4.5. Líneas de tendencia central y ecuaciones de regresión para la variable número de nudos en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007.

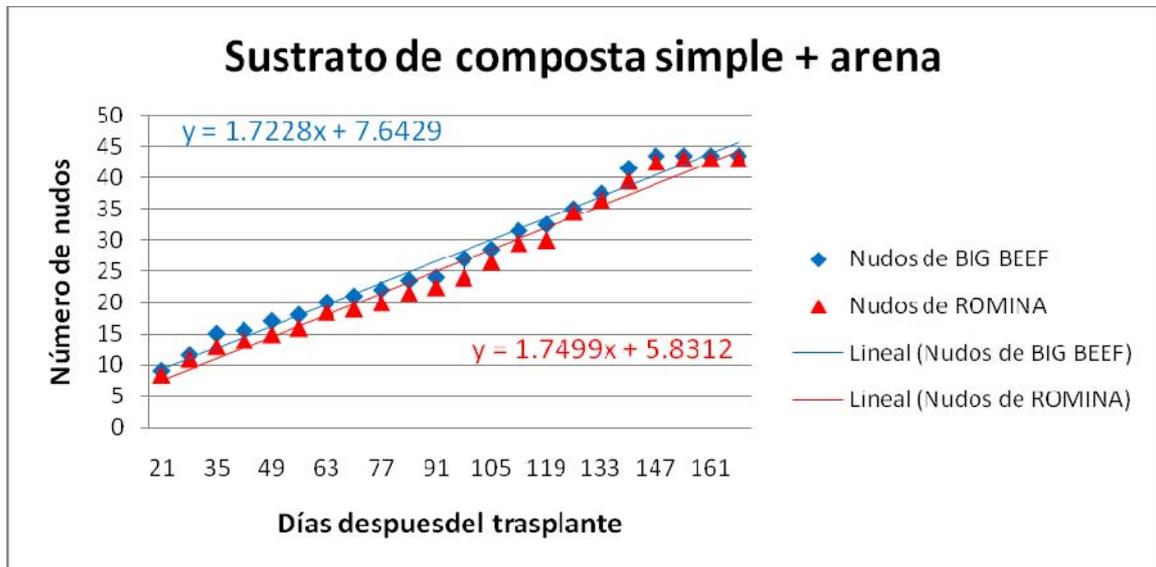
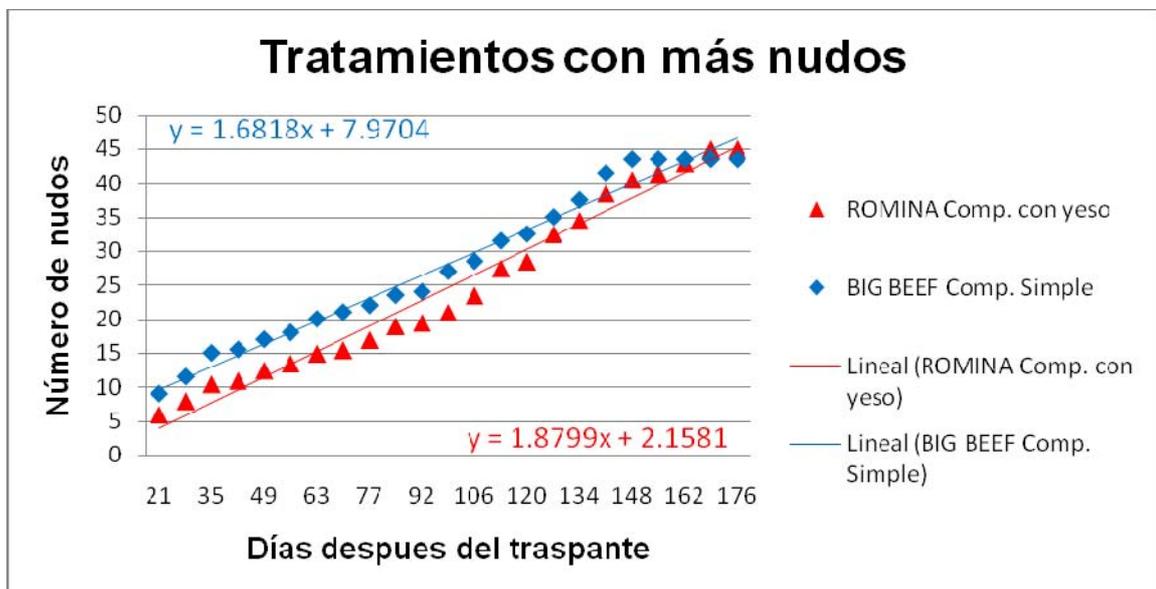


Figura 4.6. Gráficos que se comportaron de la mejor manera en cuanto a la variable número de nudos. CELALA-INIFAP. 2007.



#### **4.4. Calidad del fruto**

##### **4.4.1. Peso del fruto**

El análisis de varianza mostró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Siendo los tratamientos T2 y T4 significativamente iguales y mejores con respecto a los demás, mientras que el tratamiento T3 fue el que presentó el peso promedio más bajo. (Cuadro 4.3.)

Melo (2007) reporto analizando el genotipo Big Beef un peso promedio de 236.11g con una fertilización orgánica y 265.33g con una fertilización inorgánica, siendo estos superiores a los obtenidos en este análisis con Té de composta.

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.

##### **4.4.2. Diámetro ecuatorial**

El análisis de varianza arrojó significancia con respecto a los tratamientos evaluados. El tratamiento T2 fue superior a los demás tratamientos con un diámetro de 6.75 cm y el que presentó un menor diámetro ecuatorial fue el tratamiento T3. (Cuadro 4.3.)

#### 4.4.3. Diámetro polar

El análisis de varianza mostró una diferencia significativa resultando el experimento diferente estadísticamente, donde el tratamiento T4 resultó el mejor con un diámetro polar de 5.80 cm mientras que el que obtuvo menor diámetro fue el tratamiento T3.

Borrallas (2006) con fertilización de Té de composta y arena al 100% obtuvo 6.7cm de diámetro polar y 6.8cm con sustrato composta simple más arena a razón (1:1) superando a los 4 tratamientos evaluados aquí.

**Cuadro 4.3. Comparación de medias de los diferentes tratamientos para las variables Rendimiento, Peso de Fruto, Diámetro Ecuatorial y Diámetro Polar. CELALA-INIFAP. 2007.**

Tratamiento	Peso de Fruto en gr.		Diámetro ecuatorial en cm.		Diámetro Polar en cm.	
T1	127.9	cd	6.37	d	5.55	c
T2	160.1	b	6.75	cd	5.52	c
T3	125.6	cd	6.28	c	5.42	b
T4	154.9	c	6.66	bc	5.80	ab

#### 4.4.4. Sólidos solubles

El análisis de varianza realizado, arrojó diferencias significativas para todas las fuentes evaluadas. Al evaluar grados brix resultó que el tratamiento T4 fue el mejor con 3.93 aunque estadísticamente todos no hay diferencia entre los 4 tratamientos y el tratamiento que presentó resultados más bajos fue el tratamiento T2. (Cuadro 4.4.)

#### 4.4.5. Espesor de pulpa

El análisis de varianza resume que no hay diferencia significativa para los tratamientos evaluados, aunque el tratamiento 4 es el que tiene un espesor más ancho que es de 0.72 cm, no es diferente estadísticamente comparado con el tratamiento 2 que fue el más bajo pero sólo por un milímetro.

#### 4.4.6. Número de lóculos

Como ya se menciona el análisis de varianza arroja diferencia significativa entre los tratamientos 2 y 4, es decir, que la combinación de diferentes sustratos influye en la cantidad de número de lóculos.

**Cuadro 4.4. Comparación de medias de los diferentes tratamientos para las variables Sólidos Solubles, Espesor de Pulpa y Número de Lóculos. CELALA-INIFAP. 2007.**

Tratamiento	Sólidos Solubles °Brix		Espesor de Pulpa cms.		Número de lóculos	
T1	3.76	cd	0.64	b	4.77	a
T2	3.53	d	0.61	b	5.05	a
T3	3.84	c	0.67	c	3.68	b
T4	3.93	c	0.72	bc	4.05	b

#### 4.4.7. Forma del fruto

De acuerdo a las medias modales, los tratamientos evaluados influyen en la forma del fruto siendo la forma 1 (globoso profundo), 2 (globoso) y 3 (achatado

profundamente) de acuerdo a la clasificación de Hazera (1999), de las 3 formas la 1 es la que se presento con mayor frecuencia ( T1, T2, y T4) y en segundo la forma 2. (cuadro 4.5.)

#### 4.4.8. Hombros

En la variable de los hombros muestra que los frutos son uniformes (U), al presentar poca variación en su coloración. (Cuadro 4.5.)

#### 4.4.9. Color interior y exterior

En los tratamientos se obtuvo una gran diferencia de color entre ellos ya que fueron 2 genotipos distintos evaluados bajo diferentes tipos sustratos. (Cuadro 4.5.)

**Cuadro 4.5. Comparación de medias de los diferentes tratamientos para las variables Sólidos Solubles, Espesor de Pulpa y Número de Lóculos. CELALA-INIFAP. 2007.**

Tratamiento	Forma	Hombros	Color Interior	Color Exterior
T1	1 y 2	U	39-A	24-A, 32-A, 40-A
T2	2	U	39-A	33-A
T3	1	U	21-A, 29-A	32-A
T4	1 y 3	U	31-B	26-A, 32-A

#### 4.5. Rendimiento

El análisis de varianza para este parámetro señaló diferencia estadística entre ellos, en donde el tratamiento (T2) a base de composta simple más arena tiene un rendimiento de 104.55 Ton/ Ha<sup>-1</sup>, siguiéndole el (T4) con un rendimiento de 96.21 Ton/ Ha<sup>-1</sup>, teniendo una diferencia significativa con el tratamiento (T3) que tiene un rendimiento de 80.80 Ton/ Ha<sup>-1</sup>, y una diferencia altamente significativa con el tratamiento (T1) con rendimiento de 68.88 Ton/ Ha<sup>-1</sup>.

**Cuadro 4.6. Resultados de los rendimientos promedios en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007.**

Tratamiento	Sustrato	Rendimiento promedio (Ton/ Ha <sup>-1</sup> )	
T1	Composta con yeso + arena	68.88	bc
T2	Composta simple + arena	104.55	b
T3	Composta con yeso + arena	80.80	b
T4	Composta simple + arena	96.21	b

## V. CONCLUSIONES

Al evaluar los efectos de los diferentes sustratos, se observó una superioridad al utilizar el sustrato “composta simple más arena” arrojando un rendimiento promedio de 104.55 Ton/ha<sup>-1</sup> en el tratamiento (T2) y un rendimiento de 96.21 Ton/ha<sup>-1</sup> en el tratamiento (T4), mientras que en los tratamientos (T3) y (T1) con rendimientos de 80.80 Ton/ha<sup>-1</sup> y 68.88 Ton/ha<sup>-1</sup> respectivamente, en los cuales se utilizó “composta con yeso más arena” mostraron rendimientos inferiores, los cuales aun así, son rendimientos deseados por cualquier productor de tomates orgánicos.

Los tratamientos (T2) y (T3) tuvieron una mayor altura pero menor número de nudos a diferencia de los tratamientos (T1) y (T4).

Para la determinación de la calidad de fruto, los 4 tratamientos se comportaron sin grandes diferencias estadísticas: la cantidad de grados brix, espesor de pulpa, número de lóculos, etc. Fueron variables con poca diferencia entre los tratamientos.

## VI. RESUMEN

Hoy en día la Agricultura está basada en el uso de agroquímicos, mientras que la madre tierra y el medio ambiente sufre los estragos de esta agricultura , por otro lado la población crece y crece exigiendo mayor calidad en los productos frescos para poder consumirlos con la tranquilidad de que son productos que no causaran problemas en su salud. Dado esta problemática, la Agricultura Orgánica crece poco a poco para poder satisfacer las necesidades del consumidor y tratar de salvar el medio ambiente que día con día está siendo contaminado.

El objetivo de este trabajo fue Evaluar los efectos de la fertilización orgánica del Té de composta con diferentes sustratos en la producción de tomate ( *Lycopersicon esculentum* Mill ) en invernadero. El estudio de este trabajo se realizó en el Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP), donde Se utilizó un diseño Completamente al Azar con 4 repeticiones, para lo cual se utilizaron los siguientes tratamientos: T1; Genotipo Big Beef en sustrato de composta con yeso más arena, T2; Genotipo Big Beef en sustrato de composta simple más arena, T3; Genotipo Romina en sustrato de composta con yeso más arena, T4; Genotipo Romina en sustrato de composta simple más arena. Analizando el Rendimiento de los diferentes tratamientos y las variables para la calidad de fruto en los 2 genotipos.

Dándonos como resultado que los tratamientos a base de fertilización orgánica con Té de composta y en sustratos de composta simple mas arena, sí nos pueden dar rendimientos grandes en cultivos convencionales. Incluso el tratamiento (T1) que es el del rendimiento más bajo con  $68.88 \text{ Ton/ha}^{-1}$ , es una cantidad nada despreciable de tomate orgánico.

## VII. LITERATURA

Anderlini, R. 1996. El cultivo de Tomate. 3<sup>a</sup> ed. Ediciones Mundi-Prensa Madrid., México Pp. 76-77.

Asaf, A. 1990. Fertigation in greenhouses on sand dunes. Proceedings 5<sup>th</sup> International Conference on Irrigation, Tel Aviv, Israel. Pp 79-87.

Avidan, A. 1998. Fertigation in vegetables. Gan, Sade ve –Meshek June 1998:pp. 25-48.

Atherton, J. G. y J. Rudich 1986. Flowering, pp. 167-200. *In*: Atherton J.G. y J. Rudich (ed. The tomato crop. University Press, Cambridge.

Bastida, A. 2006. Manejo y operación de invernaderos agrícolas. U.A.Chapingo. México. pp. 13-18; 143-166 y 185-190

Bautista, N. y Alvarado, J. 2006. Producción de jitomate en Invernadero. Colegio de Postgraduados. Texcoco Edo. de México. pp. 3-16, 103-233

Belda, J. E. y J. Lastre. 1999. Reglamento Específico de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo: Resumen de aspectos importantes. pp. 1-9. Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del Cultivo de tomate en Invernadero. *En: Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero*. Editores. Castellanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. Celaya, Guanajuato, México. pp. 147-174
- Borrallas, V. L. (2006). Producción de tomate orgánico bajo condiciones de invernadero fertilizado con té de composta. Tesis de licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio narro unidad laguna.
- Bouzo, C.A. y F. Garinglio N. 2002. Invernaderos. Aspectos generales a tener en cuenta. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Kreder 2805. (3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina.
- 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.
- 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.
- Cadahia, L., C. 1999. Fertilización. *En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate*. Editorial Mundi-Prensa México. Pp.169-186.
- Canovas, 1999. Manejo del cultivo sin suelo. Pp. 229-235. *En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate*. Editorial Mundi-Prensa México.

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

Cásseres E. 1984. Producción de hortalizas. Tercera edición. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. Pp. 71- 105.

Castellanos, J. Z. y Muñoz R. J. 2003 Manual de producción hortícola en invernadero INCAPA. Pp. 148 - 314.

Castilla N. 2005. Invernaderos de plástico, tecnología y manejo Primera Edición Editorial Mundi-prensa. Madrid España.

Castilla P. N. 1999. Manejo del cultivo intensivo con suelo; Pp. 191-211- En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-prensa. México.

Castilla P. N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. Pp. 191-225.En: F. Nuez (Ed.) El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México

Centro Nacional de Investigaciones, Relación Agua- Suelo- Planta- Atmósfera,CENID-RASPA. 2000. Datos climáticos históricos de 1975 al 2000. Gómez Palacio Dgo. Méx.

Cepeda, J. M. 1999. Química de Suelos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. pp. 35-63

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.

Chávez, J. 2004. Efecto de cuatro niveles de composta en híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Torreón, Coahuila, México. pp. 87-89.

Claridades Agropecuarias. 2005. La agricultura orgánica en el mundo. Pp. 4-5.

CNA, 2002. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.

Cockshull, K. E. 1988. The integration of plant physiology with physical changes in the greenhouse climate Acta Hort. 229. pp. 113- 123.

Colaboradores de Wikipedia. *Solanum lycopersicum* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2008 [fecha de consulta: 7 de febrero del 2008]. Disponible en <[http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Solanum\\_lycopersicum&oldid=14928225](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Solanum_lycopersicum&oldid=14928225)>

De la Cruz R. R.A. Aprovechamiento de residuos orgánicos a través de composteo y lombricomposteo 5o. Simposio Nacional de Horticultura - Octubre 2005 – UAAAN. Departamento de Fitomejoramiento U.A.A.A.N.

De León, W. 2004. Evaluación de compostas y sustratos inertes en tomate bola bajo invernadero. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. pp. 84 y 85

Diez J, M. 1999. Tipos varietales. Pp. 95-129. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México. 250 p.

Dogterom, M.H. , J. A. Matteoni, and R. Plowright, C. 1998. Pollination of greenhouse tomato by the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). Journal of Economic Entomology. Vol. 97.issue 1. pp. 71-75.

EDUSAT. 2003. Agricultura orgánica. Transmitida el 24 de Abril. Canal 18. Telesesión No. 8. INCA-RURAL

FAO. 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia

Ferreira C. C. 2002. El CO<sub>2</sub> elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación interregional de investigación y Experimentación Hortícola. <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/flores/co2.html>.

Figuroa, V. U. y Cueto W. J. A. 2002. Uso sustentable del suelo y abonos orgánicos. Ponencia presentada como parte del curso: "Abonos Orgánicos", Impartido dentro del XXXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, 15 de Octubre de 2002. Torreón, Coah.

FIRA. 2003. Agricultura orgánica. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. México, D. F

Francescangeli, N. 1998. La humedad del aire del invernadero. Artículo de difusión Estación Experimental Agropecuario, San Pedro Buenos Aires, Argentina.

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.

García, G. 2006. Evaluación de genotipos de tomate con fertilización orgánica bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. U. A. A. Antonio Narro U. L. Torreón, Coahuila, México. pp. 72-75

Gerbe, V. 1981. Tu Huerto Biológico. Edit. Sertebi, Paris, Francia.

Godinez, J.A 2003. los Fertilizantes en México En: fertilizantes y enmiendas de origen mineral. H. Nelson y R. Sarudiasky Ediciones Panorama Minero.

Gómez, R. y Castañeda, R. 2000. "La agricultura orgánica, calidad integral de la producción". En Revista Agro Tiempo. Tabasco, México. No. 89. Agosto.

Gómez, L.; Gómez, M. A., y Schewentesius R. R. 1999. Desafíos de la agricultura orgánica. Edit. Mundi-Prensa. México. pp. 85-109 y 119-128

Gómez, M. A.; Schewentesius R., y Gómez L. 2001. agricultura orgánica de México: Datos básicos. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, pesca y Alimentación. Segunda edición. México. pp.9-3

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.

Gómez, M. A., Schwentesius R. R. y Gómez T. L. 2006. Agricultura orgánica de México. Edit. CIESTAAM. México. pp. 19-44

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.

Handreck K. A y Black, N. D 1991 Growing Media for Ornamental Plants and turf. New South Wales University Pres, Kesnsington, 401

Hazera. 1999. Quality Seeds Ltd (HAZERA) quality seeds tomato. Ficha técnica. Israel.

Hernández, A. 2003. Producción de cuatro híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. pp. 75-77

Herrera, G. 2001. Fertilización del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) bajo manejo orgánico en invernadero. Tesis de licenciatura (En línea) <http://dspace.ualca.cl/retrieve/1822/GHerrera.pdf> (Consulta: 28-08-07)

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.

Hoyos, P. y A. Duque, 2002 E.U.I.T. Agrícola, Univ. Politécnica Madrid. Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. \*\*C.E.C. Agraria. Consejería de Agricultura. Junta de Castilla-La Mancha. Marchámalo (Guadalajara) Sevilla Es.

Imas, P. 1999. Manejo de Nutrientes por Fertirriego en Sistemas Frutihortícolas. pp. IPI International Potash Institute, presentado en el XXII Congreso Argentino de Horticultura - International Potash Institute, Coordination India. c/o DSW, Potash House, P.O.Box 75, Beer Sheva, 84100, Israel. E-mail: [patricia@dsw.co.il](mailto:patricia@dsw.co.il)

INEGI. 2007. (En línea). (México). <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mamb92&-c=5898>. (Consulta 31/08/07)

Infoagro. 2007. Tipos de sustratos de cultivo (en línea). Infoagro España. < [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_sustratos2.htm](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos2.htm)>. (fecha de consulta 09/02/2007).

Johnson H., Jr. Y C. Rock R. 1975. Extension Vegetable Specialist, University of California, Riverside. Greenhouse tomatoes production. Division of Agricultural Sciences December.

Kinet, J.M. 1977. Efect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato Sci. Hort. 6: 15-26.

Koepf, Hubert. 1981. ¿Que es la agricultura biodinámica? Edit. Rudolf Steiner. Londres, Inglaterra.

Lara, E. 2005. evaluación de genotipos de tomate orgánico bajo invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis Licenciatura. UAAAN. Torreón, Coah. México. pp. 52-57

Lemaire, F. 1997. The problem of biostability in organic substrates. Acta Horticulturae. 450: 63-69.

Mabbett, T. 1993. "Las plagas de las plagas, las aplicaciones de insecticidas biológicos son seguros, ambientalmente inofensivos y no crean resistencia". En Revista Agricultura de las Américas. Limburgerhof, Alemania. Año 42, No. 5. sep/oct.

Magán, C., J. J. 2002. Sistemas de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. Cultivos sin Suelo II. Curso Superior de Especialización. Estación Experimental las Palmerillas- Caja Rural de Almería Pp. 173 - 205.

Maroto, B. J. 1995. Horticultura herbacea especial. Cuarta ed. Editorial Mundiprensa, Madrid España. Pp. 355 – 399.I.

Márquez, C.; Cano, P. y Martínez, V. Fertilización Orgánica. Productores de Hortalizas. Fertilización orgánica. Año 14. No. 9. Septiembre de 2005. pp. 54-58

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.

Martínez, C. 2004. Curso-Taller de Lombricultura y abonos orgánicos. Primera semana internacional agropecuaria. U. A. A. Antonio Narro. U. L. Torreón, Coahuila. pp.2-34.

Melgarejo R., M. y I. Ballesteros M., 1997. Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y nutricionales del humus de lombriz y composta. Derivados de diferentes sustratos. Universidad Nacional de Colombia. Revista colombiana de Química. 26(2): 3-7.

Melo, J., 2007. Fertilización Orgánica e Inorgánica en Tomate bajo condiciones de Invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coah. México.

Namensy A. 2004. *Tomates producción y comercio* Ediciones de Horticultura, S. L. Barcelona España. Pp. 11-157.

Navarro, G. M. 2002. Nutrición Vegetal Balanceada y riego por goteo en cultivos hortícolas. *En: Memorias del segundo Simposio Nacional de Horticultura*. Saltillo, Coahuila, México. 7 -11 de octubre.

Nelson V. R. 1994. Intensificación y conducción del cultivo del tomate. Segundo congreso Internacional de nuevas tecnologías agrícolas. Nayarit, México. 155-159.

Nova, A. 2006. La producción y el mercado de los Productos Orgánicos en el mundo 2000-2005. Estudios de la Economía Cubana de la Universidad de la Habana. (En línea) [http://www.grupochoylavi.org/php/doc/documentos/2005/Produccion\\_agricolaorganica-.pdf](http://www.grupochoylavi.org/php/doc/documentos/2005/Produccion_agricolaorganica-.pdf) (Consulta: 11/04/07)

Nonnecke, I. L. 1989. Vegetable production. Van Nostrand Reinhold. New York.

- Nuez F. (Ed) 2001 El cultivo del tomate. Ediciones mundi – prensa Madrid, Barcelona, México. Pp. 15 - 766.
- Partida, R. 2005. Evaluación de híbridos de tomate bola en vermicomposta bajo invernadero. Tesis de licenciatura.. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Torreón, Coah. México. pp. 32-35
- Pérez, M. y Castro, B. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Boletín de divulgación 3. Departamento de Fitotecnia, U. A. Chapingo. Chapingo, México
- Pilatti, R.A. y Bouso C.A. 2000. Efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero Invest. Agr. Prod. Prot. Veg. Vol. 15 (1-2).
- Porta J.L., Acevedo, M; Roquero C. 2003 Edafología para la agricultura del medio ambiente. Tercera Edición. Editorial Mundi-prensa 929p.
- Quintero A. 2004. La composta. Curso sobre agricultura orgánica. Guadalajara, Jal. INCAPA
- Resh H.M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España. Pp 275-279, 425-471.

Rhoades, J. D. and J. Loveday. 1990. Salinity in irrigated agriculture. In: Irrigation

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 M. R. y Jiménez D. F. 2002. Manejo de invernaderos. En: Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Venecia, Durango. Pp. 58-65.

Rodríguez, N.; Cano, P.; Favela, E.; Figueroa, U.; De Paúl, V.; Palomo, A.; Márquez, C. y Moreno, A. 2007. "Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero". En Revista Chapingo serie Horticultura. México Vol. XIII. Núm. 2:jul/dic.

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.

Rosen J., C and Bierman M., P. 2005. Using manure and compost as nutrient sources for vegetable crops. University of Minnesota, Extension Service. USA. 12p.

Sade A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.

Sade, A. 2001. "Substratos y nutrición artificial, sistemas para establecer cosechas sin emplear suelo en los invernaderos". En Revista Agricultura de las Américas. Limburgerhof, Alemania. Año 50, No 4. Agosto.

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, B. F. y E. Favela Ch. 2000. Construcción y manejo de invernaderos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. En Impresión. 45 paginas

Sánchez del C. F. (2005). Elementos para el manejo de la nutrición vegetal. Memorias del Congreso del tomate. (Mayo 2005) Capitulo 3.

San Juan, J. 2005. Fertilización orgánica en tomate bajo condicione de invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN. Torreón, Coahuila, México. pp. 57-65

Schlermeler, Q., 2004. organic World View. Nature 428: 794-795.

Serrano, C.Z., 1979. Cultivo de Hortalizas en invernaderos. Editorial Aedos. Imprenta Juvenil S.A Barcelona, España.

Torres, C. X. (coord.). 2002. Manual agropecuario Tecnologías orgánicas de la granja autosuficiente. Ibalpe Internacional de Ediciones. Bogota, Colombia. pp. 717 y 718.

Toyes, A., R. S 1992 La agricultura Orgánica: una alternativa de producción para pequeñas zonas agrícolas. Los Cabos, Baja California Sur. México. Tesis Profesional universidad de Baja California sur. 145 p.

Valadéz, L. A. 1990 Producción de hortalizas. Editorial Limusa, México D. F. Pág. 198- 222.

Van de Vooren, J. G.; Welles, W. H.; Hayman G.1986. Glasshouse crop production. *En: Atherthon J. G. Rudich, J. (Ed. The Tomato crop Chapman and hall. London: 581-623).*

www.infoagro.com. 2004. El cultivo del tomate (en línea). Infoagro España. <<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm#>>. (fecha de consulta 09/02/2006).

Zaidan, O. y A. Avidan, (1997). CINDACO. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel.

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

## VIII. APÉNDICE

**Cuadro A-1. Análisis de Varianza para nudos en Big Beef. CELALA-INIFAP. 2007.**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F. Calculada</b>	<b>F. Tablas</b>
Modelo	2	525.38	262.69	3.07	0.0529
Error	69	5908.55	85.63		
Total correcto	71	6433.94			

C.V. 42.98

**Cuadro A-2. Análisis de Varianza para nudos en Romina. CELALA-INIFAP. 2007.**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F. Calculada</b>	<b>F. Tablas</b>
Modelo	2	262.05	131.02	1.54	0.2213
Error	69	5863.44	84.97		
Total correcto	71	6125.50			

C.V. 44.07

**Cuadro A-3. Análisis de Varianza para altura en Big Beef. CELALA-INIFAP. 2007.**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F. Calculada</b>	<b>F. Tablas</b>
Modelo	2	11556.64	5778.32	3.21	0.0464
Error	69	124116.12	1798.78		
Total correcto	71	135672.77			

C.V. 44.47

**Cuadro A-4. Análisis de Varianza para altura en Romina. CELALA-INIFAP. 2007.**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F. Calculada</b>	<b>F. Tablas</b>
Modelo	2	3558.95	1779.47	1.29	0.2809
Error	69	94941.76	1375.96		
Total correcto	71	98500.71			

C.V. 44.34

**Cuadro A-5. Análisis de Varianza para racimos. CELALA-INIFAP. 2007.**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F. Calculada</b>	<b>F. Tablas</b>
Modelo	4	31.31	7.82	2.58	0.0445
Error	71	215.35	3.03		
Total correcto	75	246.67			

C.V. 48.84

**Cuadro A-6. Análisis de Varianza para forma del fruto. CELALA-INIFAP. 2007.**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F. Calculada</b>	<b>F. Tablas</b>
Modelo	4	3.96	0.99	1.02	0.4038
Error	71	69.02	0.97		
Total correcto	75	72.98			

C.V. 48.97

**Cuadro A-7. Análisis de Varianza para peso del fruto. CELALA-INIFAP. 2007.**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F. Calculada</b>	<b>F. Tablas</b>
Modelo	4	16131.84	4032.96	1.33	0.2686
Error	71	215896.15	3040.79		
Total correcto	75	232028.00			

C.V. 36.84

**Cuadro A-8. Análisis de Varianza para diámetro polar. CELALA-INIFAP. 2007.**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F. Calculada</b>	<b>F. Tablas</b>
Modelo	4	1.62	0.40	0.92	0.4554
Error	71	31.25	0.44		
Total correcto	75	32.88			

C.V. 11.90

**Cuadro A-9. Análisis de Varianza para diámetro ecuatorial. CELALA-INIFAP. 2007.**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F. Calculada</b>	<b>F. Tablas</b>
Modelo	4	3.31	0.82	1.08	0.3749
Error	71	54.72	0.77		
Total correcto	75	58.04			

C.V. 13.45

**Cuadro A-10. Análisis de Varianza para sólidos solubles. CELALA-INIFAP. 2007.**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F. Calculada</b>	<b>F. Tablas</b>
Modelo	4	4.01	1.0034	3.63	0.0095
Error	71	19.62	0.27		
Total correcto	75	23.63			

C.V. 13.87

**Cuadro A-11. Análisis de Varianza para espesor de pulpa. CELALA-INIFAP. 2007.**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F. Calculada</b>	<b>F. Tablas</b>
Modelo	4	0.13	0.03	2.59	0.0436
Error	71	0.91	0.01		
Total correcto	75	1.05			

C.V. 17.06

**Cuadro A-12. Análisis de Varianza para número de lóculos. CELALA-INIFAP. 2007.**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F. Calculada</b>	<b>F. Tablas</b>
Modelo	4	24.97	6.24	3.99	0.0056
Error	71	111.18	1.56		
Total correcto	75	136.15			

C.V. 28.47

**Cuadro A-13. Aportación nutrimental de cada sistema de fertilización (unidades de cada elemento) para los tres principales elementos (N, P, K) por hectárea de producción. CELALA-INIFAP. 2007.**

	Té de Composta	
	Composta-simple (sustrato)	Composta-yeso
N	9.74	25.8
P	18.4	22.8
K	151.11	229.6