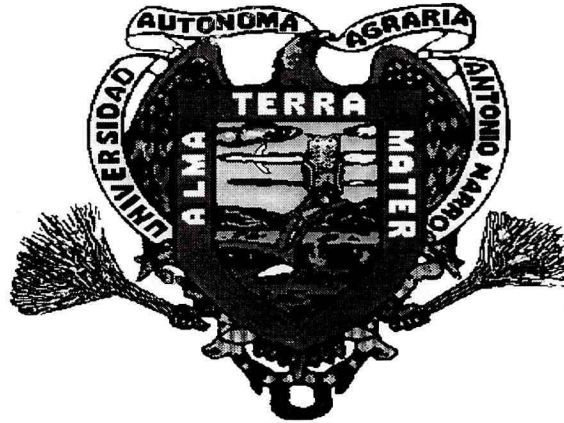


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**EVALUACIÓN DE CINCO HIBRIDOS DE TOMATE BAJO SISTEMA  
ORGÁNICO EN INVERNADERO**

**Por**

**JULIO CESAR ROSALES VELASQUEZ**

**T E S I S**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Torreón, Coahuila, México**

**Diciembre del 2005**

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**EVALUACIÓN DE CINCO HÍBRIDOS DE TOMATE BAJO SISTEMA  
ORGÁNICO EN INVERNADERO**

**Por  
ROSALES VELASQUEZ JULIO CESAR**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**COMITÉ PARTICULAR**


**Asesor  
principal:**

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

**Asesor :**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. CÁNDIDO MÁRQUEZ HERNÁNDEZ**

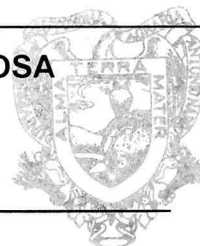
**Asesor :**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**Asesor:**

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

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



**Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas**

**Torreón, Coahuila, México**

**DICIEMBRE DEL 2005**

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. JULIO CESAR ROSALES VELASQUEZ QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**APROBADA POR:**

**PRESIDENTE**

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

**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. CÁNDIDO MÁRQUEZ HERNÁNDEZ**

**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**VOCAL SUPLENTE**

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

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



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

DICIEMBRE 2005

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Sobre todas las cosas por haberme dado la vida y por permitirme cursar una carrera profesional y brindarme la dicha de poder terminarla, por estar conmigo en aquellos momentos difíciles en que me sentía flaquear y por no permitirme desfallecer en el camino.

### **A MIS PADRES**

**Sr. Macario Rosales López**

**Sra. Juana Velasquez Sanchez**

Por haberme traído a este mundo y por brindarme siempre todo su cariño, amor, comprensión y apoyo, ya que siempre me lo manifestaron y que lo más importante que siempre estaban ahí para apoyarme incondicionalmente, aun desde antes de iniciar mi educación escolar me inculcaron las mejores cualidades que puede tener un ser humano: honestidad, respeto, amor, humildad y amistad para con nuestros semejantes. Doy gracias a Dios por tenerlos a mi lado y que así me los conserve por mucho tiempo más.

### **A MI ESPOSA**

Ma. Del Socorro Salas G. Porque siempre me apoyaste desde que te comuniqué que quería terminar una carrera universitaria y con tu cariño y amor me hacías sacar fuerzas para continuar con la meta trazada, por haberme dado tres hermosos hijos, de los cuales me siento tan orgulloso. Espero que Dios me preste la

vida para corresponderte de la única manera que puedo **queriéndote y respetándote como hasta ahora ¡ te amo!** Quiero que sepas que eres lo mejor que me ha pasado en la vida.

### **A MIS HIJOS**

**Anel Lizeth, Cynthia y Julio Cesar.** Por ser lo mejores hijos del mundo, porque al contrario de darme problemas siempre me dieron alegrías y fortaleza para seguir adelante. Espero que con el pasar del tiempo no cambien y que siempre se mantengan unidos como hasta hoy. **¡los amo por siempre!**

### **A MIS HERMANOS**

**Godofredo**

**Ariel**

**Omar**

**Macario**

**Imelda**

**Claudia Patricia**

**Yadira**

Por su apoyo y la confianza que siempre me brindaron para llegar a esta etapa de mi vida, porque siempre nos mantengamos unidos como la gran familia que somos. **¡ Gracias a todos!**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mi Alma Mater**

Por permitirme ser parte de su historia y por darme cobijo y protección durante los cinco años que tarde en mi formación profesional, porque siempre mantenga vocación de enseñanza y formación de los alumnos, los cuales nos sentimos orgullosos de pertenecer a ella.

### **AL INIFAP**

Por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo de tesis dentro de sus instalaciones y porque siga con su labor de investigación.

### **Al Ph.D. Pedro Cano Ríos**

Por todo el apoyo brindado de manera incondicional, por haberme permitido trabajar a su lado en la realización de este trabajo principalmente, pero sobre todo por compartir sus conocimientos para conmigo.

### **Al MC. Cándido Márquez Hernández**

Por su valiosa colaboración en la realización del presente trabajo, así como sus conocimientos compartidos y por su sincera amistad demostrada.

### **Al Ing. Víctor Martínez Cueto**

Por su colaboración en el desarrollo y apoyo brindado para la realización de este trabajo.

### **Al Ing. Juan de Dios Ruiz de la Rosa**

Por su incansable labor dentro de la planta docente y porque los alumnos siempre salgan lo mejor preparados, pero principalmente por el apoyo demostrado para la realización del presente trabajo.

A todos los profesores del departamento de horticultura, pero en general a todos los maestros de la universidad les quiero dar las gracias por su apoyo en mi formación académica ¡ **gracias** !.

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

### **A mis compañeros de grupo**

Eduardo, Rey Idael, José, Saulo, Luis Alberto, Sigifredo y Gonzalo les quiero dar las gracias por su amistad y apoyo brindados y por permitirme ser parte de este grupo.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Hipótesis	3
1.3 Metas	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Tomate	4
2.1.1 Generalidades	4
2.1.2 Origen	4
2.1.3 Clasificación taxonómica del tomate	5
2.1.4 Características morfológicas del tomate	5
2.1.5 Semilla	5
2.1.6 Raíz	6
2.1.7 Tallo	6
2.1.8 Hoja	7
2.1.9. Flor	7
2.1.10 Fruto	8
2.1.11 Valor nutritivo	9
2.1.12 Plagas	10
2.1.13 Enfermedades	18
2.2 INVERNADERO	22



<b>2.2.1 Generalidades</b>	<b>22</b>
<b>2.2.2 Exigencias de clima</b>	<b>23</b>
2.2.2.1 Ventilación	24
2.2.2.2 Transparencia	24
2.2.2.3 Temperatura	24
2.2.2.4 Humedad relativa	25
2.2.2.5 Iluminación	26
2.2.2.6 La radiación	26
2.2.2.7 Contenido de CO <sub>2</sub> en el aire	27
<b>2.2.3 ventajas de la producción en invernaderos.</b>	<b>28</b>
<b>2.2.4 Desventajas de producir en invernadero</b>	<b>28</b>
<b>2.2.5 Elección del genotipo</b>	<b>29</b>
2.2.5.1 El fenotipo potencial y fenotipo real	30
2.2.5.2 Factores ambientales	30
<b>2.2.6 SUSTRATOS</b>	<b>31</b>
2.2.6.1 Introducción	31
2.2.6.2 Clasificación	32
2.2.6.3 Características físicas, químicas y biológicas de los sustratos	32
2.2.6.4 Densidad	32
2.2.6.5 Granulometría	33
2.2.6.6 Porosidad	33
2.2.6.7 Porosidad total	33
2.2.6.8 Sustrato ideal	33
2.2.6.9 Diferencias entre químicamente inertes y químicamente activos	34

2.2.6.10 Tipos de sustratos	35
2.2.6.11 pH	36
2.2.6.12 Capacidad de intercambio de cationes (CIC)	36
2.2.6.13 Salinidad	37
2.2.7 Agricultura Orgánica	37
2.2.7.1 Generalidades	37
2.2.7.2 Conceptos	38
2.2.7.3 Objetivos	40
2.2.7.4 Principios	41
2.2.7.5 Calidad de los productos orgánicos	42
2.2.7.6 Ventajas de la agricultura orgánica	43
2.2.7.7 La agricultura orgánica en el mundo	43
2.2.7.8 Situación actual de la agricultura orgánica en México	44
2.2.8 Abonos Orgánicos	45
2.2.8.1 Generalidades	45
2.2.8.2 Importancia	46
2.2.8.3 Dosis de aplicación de abonos orgánicos	47
2.2.9 Composta	48
2.2.9.1 Introducción	48
2.2.9.2 Condiciones ideales del compostaje	49
2.2.9.3 Usos	50
2.2.9.4 Características	51
2.2.10 Producción de tomate orgánico	51
2.2.10.1 Producción en campo	51

2.2.10.2 Producción en invernadero	52
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>54</b>
3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera	54
3.2 Siembra y trasplante	54
3.3 Localización y condiciones del experimento	55
3.4 Diseño Experimental	57
3.5 Manejo del cultivo	57
3.6 Polinización	58
3.7 Fertilización y riegos	58
3.8 Control de plagas y enfermedades	59
3.9 Cosecha	60
3.10 Variables evaluadas	60
3.11 Análisis estadísticos	61
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>62</b>
4.1 Rendimiento	62
4.2 Calidad de fruto	63
4.2.1 Peso de fruto	63
4.2.2 Diámetro polar	65
4.2.3 Diámetro ecuatorial	65
4.2.4 Sólidos Solubles	67
4.2.5 Numero de lóculos	68
4.2.6. Espesor de pulpa	70
4.3. Altura de planta	72
4.4 Floración	72

<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>76</b>
<b>VI. RESUMEN</b>	<b>77</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1</b> Principales componentes del fruto del tomate maduro	10
<b>Cuadro 2.2</b> Tipología de productores en la agricultura orgánica en México 1996-2000	45
<b>Cuadro 2.3</b> Condiciones ideales de compostaje	50
<b>Cuadro 2.4</b> Características generales de una composta comercialmente aceptable	51
<b>Cuadro 3.1</b> Análisis de vermicomposta utilizada en la producción sustentable de tomate bajo invernadero	54
<b>Cuadro 3.2</b> Caracterización inicial y final de los sustratos. CELALA-INIFAP, 2005	55
<b>Cuadro 3.3</b> Características de tratamientos de fertilización, agua y microelementos. CELALA-INIFAP, 2005	59
<b>Cuadro 3.4</b> Productos y dosis aplicadas para el control de plagas y enfermedades en tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005	60
<b>Cuadro 4.1</b> Rendimiento de genotipos de tomate evaluados bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005	62
<b>Cuadro 4.2</b> Rendimiento para fuente de fertilización evaluadas en tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005	62
<b>Cuadro 4.3.</b> Rendimiento de la interacción genotipos y fuentes de fertilización de tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005	63
<b>Cuadro 4.4</b> Peso de fruto de genotipos de tomate evaluados bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005	64
<b>Cuadro 4.5.</b> Peso de fruto de tomate en la interacción genotipos y fuentes de fertilización. CELALA-INIFAP, 2005	64
<b>Cuadro 4.6</b> Diámetro polar de genotipos de tomate evaluados bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005	65
<b>Cuadro 4.7</b> Diámetro polar de tomate en la interacción genotipos y fuentes de fertilización. CELALA-INIFAP, 2005	66
<b>Cuadro 4.8</b> Diámetro ecuatorial de genotipos de tomate evaluados	

bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005	66
<b>Cuadro 4.9</b> Diámetro ecuatorial de tomate en la interacción genotipos y fuentes de fertilización. CELALA-INIFAP, 2005	67
<b>Cuadro 4.10</b> Sólidos solubles de genotipos de tomate evaluados bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005	68
<b>Cuadro 4.11</b> Sólidos solubles para fuente de fertilización evaluadas en tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005	68
<b>Cuadro 4.12</b> Sólidos solubles de tomate en la interacción genotipos y fuentes de fertilización. CELALA-INIFAP, 2005	69
<b>Cuadro 4.13</b> Numero de lóculos de genotipos de tomate evaluados bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005	69
<b>Cuadro 4.14</b> Numero de lóculos para fuente de fertilización evaluadas en tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005	68
<b>Cuadro 4.15</b> Sólidos solubles de tomate en la interacción genotipos y fuentes de fertilización. CELALA-INIFAP, 2005	70
<b>Cuadro 4.16</b> Espesor de pulpa de genotipos de tomate evaluados bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005	71
<b>Cuadro 4.17</b> Espesor de pulpa de tomate en la interacción genotipos y fuentes de fertilización. CELALA-INIFAP, 2005	71
<b>Cuadro 4.18</b> Ecuaciones de regresión para altura e inicio de floración de plantas de tomate. CELALA-INIFAP, 200	72
<b>Cuadro 4.19</b> Severidad de las enfermedades evaluadas en tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Ejemplos de mezclas de sustratos y su relación de porosidad total y sólidos.	36
<b>Figura 3.1</b> Temperaturas máximas y mínimas presentes durante el ciclo del cultivo. CELALA-INIFAP, 2005	56
<b>Figura 4.1.</b> Altura de planta de tomate bajo condiciones de invernadero. CELALA-INIFAP, 2005.	73
<b>Figura 4.2.</b> Altura de planta de tomate bajo condiciones de invernadero. CELALA-INIFAP, 2005.	74

## I. INTRODUCCIÓN

La producción orgánica se está volviendo muy importante y necesaria porque en la actualidad los consumidores están más interesados en saber del origen y la manera de cómo fueron obtenidos los alimentos que día con día llevan a su mesa y si son confiables o traerán secuelas en la salud.

Si alguna persona ó empresa está interesada en producir alimentos con esta calidad, tendría que estar sujeto a ciertas normas y registrar su proceso de producción para que se le de un seguimiento y obtenga una certificación que lo avale como productor de alimentos orgánicos; en dicha normatividad, se menciona que debe pasar un cierto tiempo, hasta de cinco 5 años, para que su suelo o predio esté apto para producir y ser certificado como orgánico y que los restos de agroquímicos se degraden o bien se volatilicen

Lo anterior acarrea una desventaja para el productor, porque es tiempo que no está dispuesto a perder, ya que los rendimientos disminuyen y el producto aún no es orgánico y por consiguiente no tiene el sobreprecio por su proceso de producción; una alternativa a este inconveniente es la utilización de un sustrato a partir de insumos certificados colocados en contenedores, para evitar dicho proceso de transición y producir inmediatamente el primer año.

Por otro lado, el invernadero es una estructura que generalmente permite el aumento en rendimiento de los cultivos por las condiciones controladas que se tienen dentro de éste, permitiendo, además, producir prácticamente todo el año. Un aspecto que hay que tomar en cuenta es que para manejar un cultivo en invernadero por lo menos hay que conocer dicho cultivo a cielo abierto, para poder darle las condiciones adecuadas que este requiera.



El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es la hortaliza más importante en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente. En la actualidad este cultivo ha alcanzado una gran importancia económica en todo el mundo. El tomate en fresco se puede encontrar hoy en todos los grandes mercados y en todas las épocas del año, ya que forma parte de la dieta diaria de los consumidores.

El consumo constante de tomate conlleva a estar ingiriendo de igual manera pesticidas constantemente, ya que en el mejor de los casos, no muy comúnmente, el fruto contiene los límites máximos de residuos permitidos.

En el caso de los fertilizantes, actualmente las tendencias en los sistemas de fertirrigación, es utilizar fertilizantes solubles, cumpliendo dichos requisitos los fertilizantes a base de nitratos; no obstante, un exceso de éstos fertilizantes puede causar que se acumulen en los frutos y al consumir frutos con nitratos existe el riesgo potencial de padecer la hemoglobinemia

En base a lo anterior, producir tomate orgánico en invernadero, permite obtener un producto libre de contaminantes o de residuos químicos que pudieran traer consecuencias y ser nocivos para la salud además de un aumento considerable en rendimiento

Sin embargo, es necesario determinar genotipos que se adapte a las condiciones de la Comarca Lagunera bajo este sistema orgánico para contar con el paquete tecnológico completo y recomendarlo a los productores interesados

En base a lo anterior se propusieron los siguientes objetivos.

## **1.1 Objetivos**

Determinar el rendimiento y la calidad de fruto de cinco genotipos de tomate bajo un sistema de producción orgánico en invernadero

Contar con un sistema de producción de tomate orgánico en invernadero

## **1.2 Hipótesis**

Existe diferencia entre genotipos de tomate cultivados orgánicamente, tanto en rendimiento como en la calidad de fruto, evaluados bajo un sistema de producción orgánico en invernadero

Es posible producir tomate orgánico en invernadero

## **1.3 Metas**

Conocer el mejor genotipo que se adapte a las condiciones de la Comarca Lagunera bajo un sistema de producción orgánica en invernadero

Disponer un paquete tecnológico para la producción de tomate orgánico bajo condiciones de invernadero

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Tomate

#### 2.1.1 Generalidades

El tomate es un cultivo de alto valor comercial y una enorme importancia mundial, por la aceptación general de fruto en la alimentación y su utilización en forma muy variada, además excelentes cualidades organolépticas, su alto valor nutricional, contenido de vitamina C y licopeno, demostrado que esta inversamente relacionado con el desarrollo de cierto tipo de cánceres. Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son los menos perecederos y más resistentes a daños de transporte (Berenguer, 2003; Caseres, 1984).

#### 2.1.2 Origen

El lugar de origen del género *Lycopersicon* es la región Andina, la cual se extiende desde el norte de Chile al sur de Colombia y de la Costa del Pacífico (incluidas las islas Galápagos) a las estribaciones orientales de los Andes. Hay muchas especies superpuestas, pero no se han encontrado pruebas de introgresión natural, con la excepción de *L. Pimpinellifolium* y *L. esculentum* var. *Cerasiforme*, el único *Lycopersicon* silvestre en forma de mala hierba que se encuentra fuera del área de distribución del género (Esquinas y Nuez, 1999).

El vocablo tomate procede del náhuatl *tomatl*, aplicado genéricamente para las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Williams, 1990).

### 2.1.3 Clasificación taxonómica del tomate

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

<b>Nombre común:</b>	Tomate o Jitomate
<b>Nombre científico:</b>	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.
<b>Clase:</b>	Dicotiledoneas
<b>Orden:</b>	Solanes (personatae)
<b>Familia:</b>	Solanáceae
<b>Tribu:</b>	Solaneae
<b>Género:</b>	<i>Lycopersicon</i>
<b>Especie:</b>	<i>esculentum</i>

### 2.1.4 Características morfológicas del tomate

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se utiliza como anual. La planta puede desarrollarse en forma rastrera, semierecta y el crecimiento es limitado en la variedades determinadas, e ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar a 10 m en un año (Chamarro, 2001).

### 2.1.5 Semilla

La semilla del tomate tiene una forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 3 x 2 x 1 mm y esta constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión, cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, esta constituido, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta seminal esta constituida por un tejido duro e impermeable (Nuez, 2001).

### **2.1.6 Raíz**

El sistema radical tiene como funciones la absorción y el transporte de nutrientes, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo. Este sistema es de tipo fibroso y robusto consta de una raíz principal típica de origen seminal que es (corta y débil) y numerosas raíces secundarias (numerosas y potentes) y terciarias; la raíz principal va desde 60 cm, aunque puede alcanzar hasta 1.8 m de profundidad, sin embargo, cuando la planta se propaga mediante transplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento en consecuencia se favorece el crecimiento de raíces secundarias laterales las que, principalmente se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo. Las porciones del tallo y en particular la basal, bajo condiciones adecuadas de humedad y textura del suelo, tienden a formar raíces adventicias (Garza, 1985; Valadéz, 1990).

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

### **2.1.7 Tallo**

El tallo típico tiene 2-4 cm de diámetro en la base, dependiendo de la variedad y el genotipo y esta cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Debajo de esta se encuentra el cortex o corteza cuyas células mas externas tienen clorofila y son fotosintéticas, mientras las mas internas son de tipo colenquimático y ayudan a soportar el tallo. La capa cortical

mas interna es la endodermis. (Nuez, 2001). En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. (Chamarro, 2001).

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

#### 2.1.8 Hoja

Las hojas son de limbos compuestos por 7 a 9 folíolos y con bordes dentados; el haz es de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de nervaduras en los folíolos es penninervia. En general, la disposición de las hojas en el tallo es alterna (Garza, 1985).

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

#### 2.1.9 Flor

Las flores se presentan formando inflorescencias que pueden ser de cuatro tipos: racimo simple, cima unipara, cima bipara y cima multipara, pudiendo llegar a

tener hasta 50 flores por inflorescencia. Normalmente el tipo simple se encuentra en la parte baja de la planta, predominando el tipo compuesto en la parte superior. Cuando las inflorescencias se alternan cada 1 o 2 hojas se dice que son de crecimiento determinado y cuando lo hacen cada 3 o 4 hojas se dice que son de crecimiento indeterminado. Normalmente en las primeras predominan el porte bajo y la precocidad y en las segundas el porte alto y que son mas tardías (Rodríguez *et. al.*, 1997). Las flores individuales tienen un cáliz verde, una corola amarillo azufrado, cinco o mas estambres y un solo pistilo súpero. En su mayor parte son autopolinizadas (Edmond 1981).

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

En invernadero, comúnmente se utilizan abejorros del genero *Bombus sp.*, vibradores, tubinas de aire o bien hormonas (Muñoz, 2003)

#### **2.1.10 Fruto**

El fruto del tomate pertenece a los frutos simples, carnosos, indehiscentes y polispermos, y por lo tanto es una verdadera baya. Su forma, tamaño y color son variables, su superficie es lisa y esta formado por un epicarpio delgado algo resistente y brillante al exterior antes de la maduración. Su olor es aromático y característico, y el sabor agridulce (Tiscornia, 1989).

Es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila de unos pocos miligramos hasta 600 gramos, esta constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas (Chamarro, 2001).

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

### 2.1.11 Valor nutritivo

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 canceres. Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y mas resistentes a daños de transporte (Berenguer, 2003; Casseres, 1984).

El tomate es un conocido remineralizante y desintoxicante. Además de las toxinas que expulsa debido a su efecto diurético, también se encarga de eliminar el ácido úrico y de reducir el colesterol. Sin embargo, lo que más interés ha despertado entre los científicos de todo el mundo es la capacidad del licopeno para prevenir e incluso combatir el cáncer (De la Rosa, 2005). En el Cuadro 2.1 se presentan los principales componentes del fruto del tomate maduro.

cuadro pag. 11



**Cuadro 2.1** Principales componentes del fruto del tomate maduro (Nuez, 2001).

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

### 2.1.12 Plagas

#### **MOSCA BLANCA** ✓

Ortega (1999) indica que a nivel mundial se reportan 1200 especies, incluidas en 126 géneros; sin embargo, en México solo son reconocidas como especies de importancia económica *Bemisia tabaci* (Genn.), *Trialeurodes vaporariorum* (West) y *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring).

*Bemisia tabaci* es potencialmente transmisora de un mayor número de virus en cultivos hortícolas y en la actualidad actúa como transmisora del virus del “rizado amarillo de tomate” (TYLCV), conocido como “virus de la cuchara”.

Alpi y Tognoni (1999), mencionan lo siguiente:

#### **Métodos preventivos y técnicas culturales**

- Colocación de mallas en las bandas de los invernaderos.
- Limpieza de malas hierbas y restos de cultivos.
- No asociar cultivos en el mismo invernadero.

- No abandonar los brotes al final del ciclo, ya que los brotes jóvenes atraen a los adultos de mosca blanca.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas con un adherente.

### **Control biológico mediante enemigos naturales**

Los principales parásitos de larvas de mosca blanca:

*Trialeurodes vaporariorum*. Fauna auxiliar autóctona: *Encarsia formosa*, *Encarsia transvena*, *Encarsia lutea*, *Encarsia tricolor*, *Cyrtopeltis tenuis*. Fauna auxiliar empleada en sueltas: *Encarsia formosa*, *Eretmocerus californicus*.

*Bemisia tabaci*. Fauna auxiliar autóctona: *Eretmocerus mundus*, *Encarsia transvena*, *Encarsia lutea*, *Cyrtopeltis tenuis*. Fauna auxiliar empleada en sueltas: *Eretmocerus californicus*.

### **Control químico**

Belda y Lastre (1999), mencionan que para éstos homópteros son necesarios tratamientos con ésteres fosfóricos como metidatió n o con piretroides como Bioresmetrina y Permetrina: alfa-cipermetrina, *Beauveria bassiana*, , cipermetrina, malation, deltametrina. mencionan el uso de Buprofezin, Teflubenzuron imidacloprid, Metomilo lambda cihalotrin, metil-pirimifos, metomilo + piridafention, piridaben, piridafention, tralometrina.

Avila (1989) reportó un control eficiente de *Bemisia tabaci* con Permetrina y Endosulfan sin embargo, la Permetrina es un producto que no se ha autorizado para el control de este cultivo en México.

## **PULGÓN**

*Aphis gossypii* (Sulzer) (HOMOPTERA: APHIDIDAE) y *Myzus persicae* (Glover) (HOMOPTERA: APHIDIDAE). Son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara (Infoagro, 2003).

Alpi y Tognoni (1999), mencionan lo siguiente:

### **Métodos preventivos y técnicas culturales**

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas con adherente.

### **Control biológico mediante enemigos naturales**

- Especies depredadoras autóctonas: *Aphidoletes aphidimyza*.
- Especies parasitoides autóctonas: *Aphidius matricariae*, *Aphidius colemani*, *Lysiphlebus testaicepes*.

### **Control químico**

Belda y Lastre (1999) y Lacasa y Contreras (1999) indican un control eficiente en invernadero a: Imidacloprid etiofencarb, acefato, cipermetrina, cipermetrina + azufre, metomilo, malation, deltametrina, endosulfan, endosulfan + metomilo.

## **MINADOR DE LA HOJA**

*Liriomyza spp* (DIPTERA: AGROMYZIDAE). Las hembras adultas realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta del parénquima, ocasionando las típicas galerías. La

forma de las galerías es diferente entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo larvario, las larvas salen de las hojas para pupar, en el suelo o en las hojas, para dar lugar posteriormente a los adultos (Lacasa y Contreras, 1999; Alpi y Tognoni, 1999; Alvarado y Trumble, 1999).

Alpi y Tognoni (1999), mencionan lo siguiente:

### **Métodos preventivos y técnicas culturales**

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- En fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas con adherente.

### **Control biológico mediante enemigos naturales**

Especies parasitoides autóctonas: *Diglyphus isaea*, *Diglyphus minoens*, *Diglyphus crassinervis*, *Chrysonotomyia formosa*, *Hemiptarsenus zihalisebessi*, *Opius dimidiatus* (ashmead), *Chrysocharis parksi*(Crawford), *Ganaspidiatius utilis*(Beardsley) y *Dyrosigma pacifica* (Yoshimoto).

Especies parasitoides empleadas en sueltas: *Diglyphus isaea*.

### **Control químico**

Ingredientes activos: Avermectina B1 es muy efectivo en larvas, acefato, ciromazina, Naled pirazofos y piretroides. La lucha contra estos parásitos consiste en tratamientos con ésteres fosfóricos y piretroides de síntesis (Alpi y Tognoni, 1999).

## **GUSANO ALFILER**

*Keiferia lycopersicella* (Walshingham) este insecto es la plaga más importante en Sinaloa. Su daño en los frutos puede alcanzar hasta un 80%; a pesar de las aplicaciones continuas de insecticidas ( Alvarado y Trumble, 1999).

En estado adulto es una palomilla pequeña de color blanco grisáceo, con flecos abundantes escamas. La coloración larval varía de verde-pálido a rosado posteriormente adquiere un color grisáceo. La oviposición se realiza individualmente sobre las hojas inmediatamente superiores a las inflorescencias. En altas infestaciones son colocadas hasta en tallos y frutos. Las larvas de 1° y 2° instar al emerger inmediatamente se introducen en el parénquima foliar formando una empanada, que le sirve de protección dificultando con esto la acción del insecticida. Cuando hay presencia de frutos en el 3° y 4° instar los barrenan por el pedúnculo para alimentarse de su interior (Alvarado y Trumble, 1999). Alpi y Tognoni (1999), mencionan lo siguiente:

### **Control Legal**

Dstrucción oportuna de las socas y de los lotes abandonados. Estableciendo un periodo libre del cultivo durante el verano y mantener libre de maleza los canales de riego.

### **Control Biológico**

El único parásito de huevecillo del gusano alfiler es la avispa (*Trichogramma pretiosum* Riley) y para larvas la avispa de los endoparásitos( *Apanteles scutellaris* Muesebeck) y del hectoparásito (*Parahormius* prob. *Pallidipes* Ashmead) (Infoagro, 2003).

## Uso de feromonas como Control

Las feromonas sintéticas se usan como un método de confusión en el apareamiento de gusano, son efectivas, deben colocarse cuando aparezcan en las trampas un promedio no mayor de 2 a 5 palomillas / trampa/ noche (Alvarado y Trumble, 1999).

Medina *et al.* (2001) indican que la feromona interfiere en la fecundación de la palomilla hembra por el macho, inhibiendo con esto la reproducción del gusano alfiler del tomate. En un estudio realizado muestran que la feromona CheckMate TPW-F a la dosis de 25 g.i.a./ha proporciona un control positivo del gusano al igual que Nomate en la dosis de 25 y 40 g.i.a./ha.

## Control Químico

Este insecto ha desarrollado resistencia prácticamente a todos los insecticidas. Su combate es difícil. El insecticida selectivo a base de Avermectina B1 es efectivo para larvas del gusano en la dosis de 20 g.i.a./ha, cuando el umbral económico este de 0.25 larvas / planta (Lacasa y Contreras, 1999).

## ARAÑA ROJA

Alpi y Tongnoni (1999) indican que hay tres especies de araña que afectan al cultivo de tomate son: *Tetranychus urticae* (Koch), *T. turkestanii* (Ugarov & Nikolski) y *T. ludeni* (Tacher), como la biología, ecología y daños causados son similares, se abordan las tres especies de manera conjunta. Mencionan además, que los primeros síntomas de su daño se desarrollan en el envés de las hojas más jóvenes donde se nutre con los estiletes bucales haciendo que se vacíen el contenido celular causando decoloraciones, la aparición de puntuaciones

cloróticas o manchas amarillentas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga.

### **Métodos preventivos y técnicas culturales**

- Desinfección de estructuras y suelo previa a la plantación en invernaderos con historial de araña roja.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- Evitar los excesos de nitrógeno.
- Vigilancia de los cultivos durante las primeras fases del desarrollo.

### **Control biológico mediante enemigos naturales**

Principales especies depredadoras de huevos, larvas y adultos de araña roja: *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* (especies autóctonas y empleadas en sueltas), *Feltiella acarisuga* (especie autóctona) (Alpi y Tongnoni, 1999.)

### **Control químico**

En invernadero usualmente se emplean: dicofol, tetradifon, clorfenson, propargil, azufre, empleados también mezclados entre si.

### **ÁCARO DEL BRONCEADO**

*Aculops lycopersici* (Masse) es una plaga exclusiva del tomate. Síntomas: Bronceado o herrumbre primero en el tallo y posteriormente en las hojas e incluso frutos. Evoluciona de forma ascendente desde la parte basal de la planta. Aparece

por focos y se dispersa de forma mecánica favorecida por las altas temperaturas y baja humedad ambiental. Para alimentarse, con su estilete inyecta saliva y absorbe el contenido de la célula (Lacasa y Contreras, 1999).

Al principio los órganos afectados toman un aspecto verde aceitoso, luego las células vacías, llenan de aire, proporcionan tonos plateados que adquieren tonos bronceados antes de acartonarse y desecarse, los frutos afectados precozmente ven reducido su desarrollo y la superficie se cubre de una especie de roña de color marrón resquebrajándose el tejido epidérmico suberificado. Cuando las plantas infestadas se tocan entre sí el ácaro pasa de una a otra. Planta (Lacasa y Contreras, 1999).

Alpi y Tognoni (1999), mencionan lo siguiente:

### **Métodos preventivos y técnicas culturales**

- Cuidar no dispersar la plaga mediante la ropa, calzado, etc.
- Eliminar las plantas muy afectadas.

### **Control químico**

Materias activas: abamectina, aceite de verano, amitraz, azufre: coloidal, micronizado, mojable, molido, sublimado y micronizado. Dicofol, bromopropilato, diazinon, dicofol, endosulfan + azufre, permanganato potásico + azufre micronizado, tetradifon.



## 2.1.13 Enfermedades

### DAMPING OFF O SECADERA DE PLÁNTULAS

Sánchez (2001) menciona que ésta enfermedad es un problema fuerte en plántulas desde la preemergencia hasta un mes de edad. Las plántulas se pueden marchitar rápidamente causando una drástica reducción de la población. Esto obliga a efectuar labores de resiembra y afecta la programación de planteo; menciona además lo siguiente:

#### Sintomatología

Las plantitas pueden pudrir antes o después de la emergencia bajo alto contenido de humedad y lo cual ocasiona la muerte de estas. El síntoma más característico se presenta en los tallos en donde las lesiones son en la base de estos como un ligero hundimiento y el tejido muerto. Después de lograr el desarrollo de dos o tres hojas las plantas resisten el ataque de la enfermedad, a excepción de cuando el ataque es por *Phytophthora*.

En caso del *Pythium*, las lesiones son oscuras y acuosas que se inician en las raíces y avanzan por el tallo hasta arriba del nivel del sustrato; en el caso de la *Rhizoctonia*, las lesiones son de café rojizo a oscuras, y pueden afectar las raíces y el cuello de las plántulas. Después de un mes de edad, o después del transplante, las plantas normalmente son muy tolerantes y las zonas se restringen a la zona cortical (Sánchez, 2001).

#### Etiología y Epidemiología.

La enfermedad puede ser causada por un complejo de hongos que incluyen a *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Fusarium*. Estos hongos sobreviven por largos periodos en el suelo, y pueden resistir en residuos de plantas enfermas o

en raíces de malezas. El Damping Off tiende a ser más severa bajo condiciones de alta humedad del suelo, compactación, ventilación deficiente y ambiente húmedo, nublado y fresco.

### **Control químico.**

En invernadero se deben usar materiales estériles y mejorar la ventilación. El tratamiento de las semillas con Captan, Dichlone y Thiram; y las aspersiones con Metalaxyl y Captán, pueden ser de gran ayuda en el control de esta enfermedad.

## **TIZÓN TARDÍO**

Sánchez (2001) menciona que ésta enfermedad es considerada la enfermedad más destructiva del tomate y la Papa. El patógeno que la produce tiene una capacidad de diseminarse y reproducirse rápida y abundantemente. Es la típica enfermedad causante de epifitias, cuyo daño pueden llegar a niveles catastróficos, añade lo siguiente:

### **Sintomatología**

La enfermedad puede afectar rápidamente todos los tejidos aéreos de la planta. En las hojas aparecen manchas irregulares de tamaño variable. Las lesiones son primero de color verde oscuro con márgenes pálidos, los cuales, al haber humedad abundante, muestran filamentos de color blanquecino; después, las lesiones se tornan de color café y pueden invadir toda la lamina foliar. Esto provoca que pierda rigidez y que su pecíolo se doble hacia abajo; también los tallos y las ramas pueden ser afectados de la misma forma, y los frutos dañados

presentan grandes manchas de color café rojizo que en ocasiones las cubren por completo.

### **Etiología y Epidemiología**

El patógeno que causa esta enfermedad es *Phytophthora infestans*. Las esporas de este hongo, pueden ser diseminados a grandes distancias por el viento. El ambiente húmedo y fresco, días nublados y lluviosos, favorecen el desarrollo de esta enfermedad.

### **Control químico**

La manera más efectiva de controlar el Tizón Tardío es diseñar un buen programa de aspersion de fungicidas basado en un sistema efectivo de pronóstico de la enfermedad. Algunos fungicidas preventivos que se usan son a base de Captafol, Clorotalonil, y Mancozeb. Después que se observan las primeras lesiones se deben de usar productos de acción sistemática; entre estos se mencionan a Metalaxil, Fosetil-Al, Cymoxanil, y otros.

### **TIZÓN TEMPRANO**

Sánchez (2001) menciona que es una de las enfermedades más importantes del cultivo del tomate, debido a que puede afectarlo en cualquier etapa de su desarrollo, y es capaz de infestar cualquier órgano de la planta, desde la base del tallo, pecíolos, hojas, flores y frutos; añade lo siguiente:

### **Sintomatología.**

Los primeros síntomas ocurren en las hojas mas viejas, y consisten en pequeñas lesiones irregulares color café oscuro, en cuyo interior se forman anillos concéntricos, debido a la resistencia que presenta la planta para detener el avance

de la infección. Las lesiones pueden crecer hasta alcanzar 1.5 cm de diámetro o más.

Típicamente las lesiones se rodean de un color amarillo, debido a la producción de toxinas; y cuando las lesiones son numerosas, se pueden unir, destruyendo el tejido foliar, afectando la producción y calidad de la fruta. La enfermedad puede causar tizón de las flores, y las lesiones en tallos pecíolos y frutos, normalmente muestran el patrón de anillos concéntricos; además, cuando envejecen, producen un polvillo negro que corresponde a las fructificaciones del hongo.

### **Etiología y Epidemiología**

El agente causal del Tizón Temprano del tomate es el hongo *Alternaria solani*. El patógeno inverna en tejidos de cosecha que permanecen en el suelo, los conidios germinan a temperaturas entre 24-29 °C y ambiente húmedo o lluvioso; estos se diseminan fácilmente a través del aire y de la lluvia.

### **Control**

El método de control más efectivo está basado en la aplicación oportuna de fungicidas preventivo. Algunos de los productos más utilizados son Captofol, Captán, Clorotalonil y Mancozeb.

## **2.1.14 OTRAS ALTERACIONES**

### **Golpe de sol**

Se produce como una pequeña depresión en los frutos acompañada de manchas blanquecinas. Ocurre cuando se expone a los rayos directos después de un desarrollo sombreado (Tello y Del Moran, 1999; Blancard, 1996).

## **Rajado de frutos**

Las principales causas de esta alteración son: desequilibrios en los riegos y fertilización, disminución brusca de las temperaturas nocturnas después de un período de calor (Tello y Del Moran, 1999).

## **Jaspeado del fruto**

Se produce por desequilibrios en la relación N/K, dando lugar a la aparición de un jaspeado verde en la superficie del fruto o cicatriz leñosa pistilar, etc. (Blancard, 1996).

## **2.2. INVERNADERO**

### **2.2.1. Generalidades**

Un invernadero se define como una construcción cubierta artificialmente, con materiales ligeros y transparentes, con el objeto de proveer un medio ambiente climático favorable durante todo el año para el desarrollo de los cultivos. 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 por un invernadero. A pesar de que se hace hincapié en la modificación del ambiente climático, el cultivo forzado también incluye las técnicas de manejo, fertirrigación, densidad, y época de siembra, sanidad vegetal, etc. Practicas que inciden notoriamente en los objetivos que persigue el cultivo protegido tales como incremento de la producción, precocidad y mayor calidad de la cosecha. Además de lo anterior el cultivo se orienta a la producción de plantas de origen climático diferente del ambiente natural donde se desea cultivarlas (Rodríguez y Jiménez, 2002).

El invernadero resulta una herramienta útil para la producción de verduras y plantas ornamentales. También permite aprovechar pequeñas superficies que por medio de la protección duplican la cantidad de producción; ayudando así al ahorro familiar, incluso fuera de estación, amortiguando el impacto climático (Sánchez y Favela, 2000 ).

Para una mayor durabilidad del invernadero es necesario tener una buena construcción y así evitar roturas o reparaciones previsibles. Para lograr esto es necesario considerar aspectos como la nivelación, soporte, ubicación y orientación, dependiendo del tamaño y tipo de invernadero entre otras cosas (Sánchez y Favela, 2000 ).

Hay que tener en cuenta que como herramienta de producción el invernadero exige algunas condiciones para maximizar su aprovechamiento. Consideraremos para ello la transparencia, la ventilación, la fortaleza y la operatividad (Sánchez y Favela, 2000 ).

En Infoagro (2004) se menciona lo siguiente sobre la conformación estructural de los invernaderos y que se pueden clasificar en:

- Planos o tipo parral.
- Tipo raspa y amagado.
- Asimétricos.
- Capilla (a dos aguas, a un agua).
- Doble capilla.
- Tipo túnel o semicilíndrico.
- De cristal o tipo Venlo.

### **2.2.2 Exigencias de 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 de uno de estos incide sobre el resto (Castilla, 1999) y (Sade, 1998).

Los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero son los siguientes:

#### **2.2.2.1 Ventilación**

La posibilidad de circulación del aire que se calienta por acción de la energía solar favorece el control de humedad y temperatura del efecto del invernadero. Estas condiciones variarán de acuerdo a la estación y cultivo (Infoagro, 2004).

#### **2.2.2.2 Transparencia**

Es importante permitir el mayor paso de luz a través de las paredes y techo, para ofrecer a las plantas mayor energía calórica y luminosidad para su crecimiento y elaboración de fotosíntesis. En este caso incide directamente la transparencia del material de cobertura y la sombra de la estructura que hace de soporte (Infoagro, 2004).

#### **2.2.2.3 Temperatura**

La temperatura es uno de los factores climáticos primordiales que se deben de controlar en un invernadero. Es un factor fundamental para la actividad metabólica y el crecimiento de los vegetales. A temperaturas excesivas, mas de 35° C, las plantas detienen su crecimiento y su floración, mientras que a temperaturas inferiores, entre 10° C, originan problemas en el desarrollo y la

germinación. A temperaturas superiores a 25° C e inferiores a 12° C, la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto esta 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). 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 ( Infoagro, 2004).

#### **2.2.2.4 Humedad relativa**

La HR del aire es un factor climático que puede modificar el rendimiento final de los cultivos. Cuando la HR es excesiva las plantas reducen la transpiración y disminuyen su crecimiento, se producen abortos florales por apelmazamiento del polen y un mayor desarrollo de enfermedades criptogámicas. Por el contrario, si es muy baja, las plantas transpiran en exceso, pudiendo deshidratarse, además de los comunes problemas de mal cuaje (Infoagro, 2004).

Cada especie tiene una humedad ambiental idónea para vegetar en perfectas condiciones: al tomate, pimiento y berenjena les gusta una HR sobre el 50-60%; al melón, entre el 60-70%; al calabacín, entre el 65-80% y al pepino entre el 70-90%. 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 (Burgueño, 2001).

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



### 2.2.2.5 Iluminación

A mayor luminosidad en el interior del invernadero se debe aumentar la temperatura, la HR y el CO<sub>2</sub>, para que la fotosíntesis sea máxima; por el contrario, si hay poca luz pueden descender las necesidades de otros factores. Para mejorar la luminosidad natural se usan los siguientes medios (Infoagro, 2004).

- *Materiales de cubierta con buena transparencia.*
- *Orientación adecuada del invernadero.*
- *Materiales que reduzcan el mínimo las sombras interiores.*
- *Aumento del ángulo de incidencia de las radiaciones sobre las cubiertas.*
- *Acolchados del suelo con plástico blanco.*

#### **En verano para reducir la luminosidad se emplean:**

- *Blanqueo de cubiertas.*
- *Mallas de sombreo.*
- *Acolchados de plástico negro.*

Una baja luminosidad puede incidir de forma negativa en los procesos de la floración, fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el periodo vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad (Goldberg *et al.*, 1996).

### 2.2.2.6 Radiación

El empleo de doble capa permanente del plástico en invernadero, para mejorar las condiciones térmicas dentro de este, genera reducciones en 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. Es preferible dotar a los invernaderos de una ventilación mas

eficiente (ventanas cenitales) y evitar las practicas que reducen la radiación (Muñoz, 2003).

La densidad de plantación, al sistema de poda y al entutorado deben optimizar la intercepción de radiación por el cultivo, especialmente en la época invernal cuando la radiación es la limitante, por que la reducción implica una reducción lineal de cosecha (Cockshull, 1988).

La radiación solar en parte es absorbida por el suelo, planta y dentro del invernadero, siendo convertida en energía térmica e irradiada o disipada por convección, conducción y transpiración. La radiación solar dentro del invernadero es menor que en el exterior debido a la reflexión y absorción del material de cerramiento, la transmisividad varía a lo largo del año al ángulo de incidencia de los rayos y a la acumulación de polvo en la cubierta de los invernaderos (Goldberg *et al.*, 1996).

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

La concentración de CO<sub>2</sub>, de la atmósfera es de 340 ppm aproximadamente, sin embargo, esta cantidad es muy variable dentro de un invernadero. Se puede ver que en las primeras horas de la mañana en un día despejado la concentración de CO<sub>2</sub> en invernadero es mas alta que en la atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad lumínica inicia el proceso de fotosíntesis, y provoca una disminución rápida de CO<sub>2</sub>, que alcanza niveles muy bajos, cercanos a las 200 ppm (Alpi y Tognoni, 1999).

El CO<sub>2</sub> es el factor de producción que mas limitaciones impone en los invernaderos. Es posible añadirlo gratuitamente a las plantas a partir del humo del

calentador. Pero desgraciadamente, las necesidades de la planta de CO<sub>2</sub> y los periodos en que necesita la calefacción no son los mismos. Una hectárea de invernadero tiene alrededor de 40 000 m<sup>3</sup> de aire, es decir 14 m<sup>3</sup> ó 27 kg de CO<sub>2</sub> para una hora de fotosíntesis a 350 w/m<sup>2</sup>, sin ventilación. Se deben inyectar de 70 a 100 kg de CO<sub>2</sub> por hora por hectárea de invernadero (Ferreira, 2002).

### **2.2.3 Ventajas de la producción en invernaderos**

Una de las técnicas empleadas durante 15 años han sido los invernaderos, que permiten incrementar la producción, hasta en 300 por ciento o más, en relación al método tradicional de cultivo. Mencionan también que al utilizar el riego por goteo, el ahorro de agua puede ser del orden del 40% en relación al método de riego por superficie (Carvajal *et al.*, 2000)

Según Sánchez y Favela (2000) entre las ventajas de establecer un cultivo bajo condiciones de invernadero se destacan las siguientes:

- Precocidad.
- Aumento de calidad y rendimiento.
- Producción fuera de época.
- Ahorro de agua y fertilizantes.
- Mejor control de insectos y enfermedades.
- Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año.

### **2.2.4 Desventajas de producir en invernadero**

De igual manera Sánchez y Favela (2000), destacan que las desventajas para producir bajo condiciones de invernadero son:

- Alta inversión inicial.
- Alto costo de operación.
- Requiere personal ejecutivo de alto nivel, de experiencia práctica y conocimientos teóricos.

### **2.2.5 Elección del genotipo**

Uno de los mayores atractivos que tiene el consumidor en relación a cualquier producto es la gran diversidad de la cual puede disponer a su gusto y preferencia. El tomate es una hortaliza que ha alcanzado una variedad de tipos muy extensa. Las preferencias son muy variadas y van en función al país, tipo de población y uso al que se le destina (Diez 2001).

Los cultivos protegidos hacen que los genotipos no se comporten de la misma manera que los que se encuentran al aire libre. Uno de los factores responsables de esa diferencia es la cantidad de energía luminosa que llega a estos. Así, a los cultivares desarrollados especialmente para invernadero se les exige que tengan aptitud para crecer, florecer, cuajar y desarrollar frutos de calidad en condiciones de baja luminosidad (Stevens y Rick, 1986).

Es innegable que un individuo bien alimentado frente a otro de la misma especie desnutrido, tendrá una mayor talla corporal. Ó aquel que se desarrolla con las condiciones ambientales ideales tendrá una mejor expresión. Estos ejemplos dejan de manifiesto el importante papel del ambiente en la expresión de las características hereditarias. Sin embargo, todas estas circunstancias se pueden manifestar sólo si existe un componente genético que lo determine. El genotipo es la constitución genética de un organismo, representada por todos los genes que posee como miembro de una especie. El fenotipo es una característica

observable, identificable e individualizada del organismo, que expresa un genotipo específico en un ambiente determinado ( Barboza, 2004).

### **2.2.5.1 El fenotipo potencial y el fenotipo real**

Barboza (2004) menciona que ninguna forma de vida se expresa más de lo que su constitución genética le permite. Conocer el genotipo de un individuo permite conocer su fenotipo potencial; sin embargo, ello no es suficiente para conocer su fenotipo real, el fenotipo potencial de un individuo es el que podría tener si todo su genotipo se expresara, lo cual sería posible sólo si el individuo se desarrollara bajo las condiciones ambientales para ello el fenotipo real es el que expresa al individuo como producto de la interacción de su genotipo con el ambiente donde se ha desarrollado, lo cual se puede expresar mediante la siguiente ecuación: Fenotipo real = genotipo + ambiente.

### **2.2.5.2 Factores ambientales**

Según Barboza (2004) los factores que afectan al fenotipo son:

Cuando dos individuos con genotipos semejantes viven bajo condiciones ambientales diferentes, por ejemplo, alimentación, humedad, luz, temperatura, etc., manifiestan un fenotipo diferente.

*Efectos de la temperatura:* Cuando este efecto no se mantiene constante se producen desordenes fisiológicos o alteraciones mas evidentes en la floración, por ejemplo a temperaturas bajas no desarrolla el botón floral y a una temperatura elevada la flor se deshidrata antes de abrir; por lo que en ambos casos se ve

alterada la floración y por consiguiente el genotipo no se expresaría con todo su potencial genético.

*Efecto de la luz:* Cuando dos plántulas de maíz de genotipo similar se desarrollan una en presencia de luz y otra en ausencia de luz, se observan cambios muy marcados: la planta que se desarrolla en la luz es normal, de color verde, erecta; mientras que la que se desarrolla en la oscuridad crece arrastrándose por el suelo, con un tallo muy alargado, y tiene un color amarillento por la falta de clorofila.

*Efecto de los nutrientes:* Si una planta, vive en un suelo rico en nutrientes, su desarrollo será normal y su fruto será abundante. En cambio, si una planta de genotipo similar vive en un suelo pobre en nutrientes, su desarrollo será atrofiado, crecerá débil y será poco fructífera. También puede variar en otras características, como color de las flores y las hojas, la altura, etc.

Diez (2001) menciona que los principales criterios de elección son los siguientes:

- Características de la variedad comercial, es decir, el vigor de la planta, tipo de fruto, resistencia a enfermedades y plagas.
- Tolerancia a los factores de clima.

## **2.2.6 Sustratos**

### **2.2.6.1 Introducción**

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

### **2.2.6.2 Clasificación**

Los sustratos pueden clasificarse en grupos de acuerdo a su origen y pueden ser: naturales, industriales y artificiales ( Buras, 1997).

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

### **2.2.6.3 Características físicas, químicas y biológicas**

Se pueden agregar muchos materiales para mejorar la textura y estructura de un medio para cultivo en recipientes, pero antes deben entenderse sus propiedades para hacer las mezclas adecuadas. La temperatura del sustrato interviene en el crecimiento y absorción de raíces, temperaturas inferiores a 14° C el crecimiento se inhibe y entre 12° C y 18° C la absorción de fósforo disminuye en un 50%. La temperatura tiene acción directa sobre el rendimiento final y el calibre del fruto (Chamarro, 2001).

### **2.2.6.4 Densidad**

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina densidad aparente (Infoagro, 2004).

### **2.2.6.5 Granulometría**

También es importante que el tamaño de las partículas sea estable en el tiempo. Las partículas mayores de 0,9 mm dan lugar a poros grandes (de más de 100 micras) y conforman sustratos con poca retención de agua, aunque buena aireación (Infoagro, 2004).

### **2.2.6.6 Porosidad**

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones (Infoagro, 2004) .

### **2.2.6.7 Porosidad total**

Se define como el volumen porcentual del sustrato no ocupado por sus propias partículas. Una parte de este volumen corresponde a los poros que dan aireación a las raíces y son los de tamaño mayor a 30 micras, llamados “macro poros”. El resto de la porosidad es de tamaño pequeño menores a 30 micras, llamados “micro poros” y ofrecen una fuerte retención de agua ( Infoagro, 2004).

### **2.2.6.8 Sustrato ideal**

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 ( Buras, 1997).



Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo según Infoagro (2004):

#### Propiedades físicas:

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad.
- Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio).
- 

#### Propiedades químicas:

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición.
- 

#### Otras propiedades.

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo costo.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.

### **2.2.6.9 Diferencias entre químicamente inertes y químicamente activos**

Las diferencias entre los sustratos químicamente inertes y los químicamente activos vienen determinadas por la capacidad de intercambio catiónico o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato.

Los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización, almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal ( Infoagro, 2004).

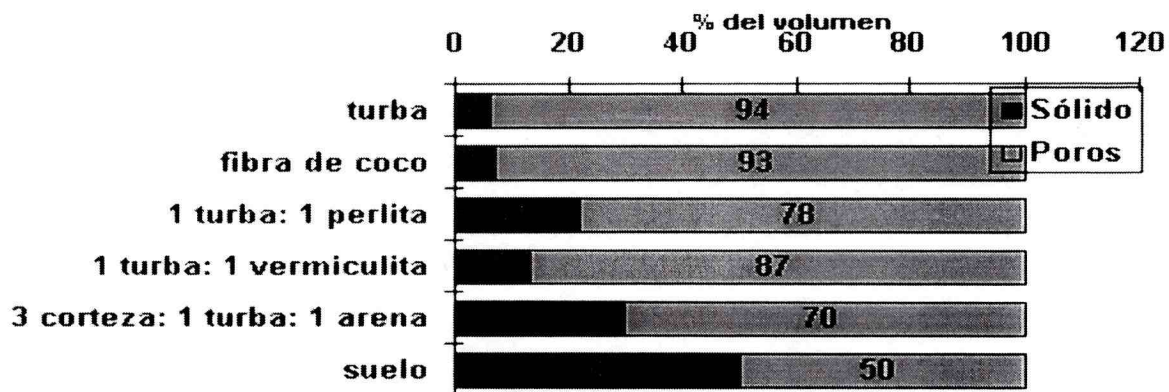
#### **2.2.6.10. Tipos de sustratos.**

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc. ( Infoagro, 2004).

Según Infoagro (2004) algunos son:

- Residuos de cosecha
- Paja
- Desechos de frutas
- Fibra de coco
- Turba (Peat)
- Composta
- Arena
- Perlita
- Vermiculita

Los sustratos antes mencionados, pueden utilizarse solos o combinados. En el Gráfico 2.1 se compara la relación porcentual de poros totales y sólidos de diferentes materiales y mezclas utilizados como medios de cultivo (Infoagro, 2004).



**Figura 2.1** Ejemplos de mezclas de sustratos y su relación de porosidad total y sólidos.

#### 2.2.6.11 pH

Es la medida de la concentración de acidez presente en la solución del sustrato que controla la disponibilidad de todos los nutrientes. pH 7 es neutro, menor de 7 es ácido, y mayor de 7 es alcalino o básico. El pH de la solución del sustrato depende de la especie a cultivar y es importante porque determina la disponibilidad de nutrientes para la planta. Los cultivos de invernadero caen en dos categorías. La mayoría crece mejor en un pH ligeramente ácido entre 6,2 a 6,8 en un medio con tierra y 5,4 a 6,0 en un medio sin tierra (Infoagro, 2004).

#### 2.2.6.12 Capacidad de intercambio de cationes (CIC)

Es la capacidad de un sustrato para contener los nutrientes que se encuentran en él, sin ser lavados por el agua, por lo que están disponibles para la planta. De los tres tipos de partícula que componen el suelo, la arcilla es el único que posee carga eléctrica negativa. Esta característica es importante porque

permite retener en el suelo los nutrientes con carga positiva, como calcio, magnesio, potasio y nitrógeno amoniacal, entre otros (Tan, 1992).

### **2.2.6.13 Salinidad**

Otro aspecto de residuos orgánicos que debe considerarse para un uso sustentable del suelo es el control de la salinidad cuando se incorporan este tipo de residuos al suelo. El estiércol bovino puede contener más del 10% de sales solubles; lo anterior significa que una dosis de  $100 \text{ t ha}^{-1}$  de estiércol incorpora también  $10 \text{ t ha}^{-1}$  de sales solubles. La conductividad eléctrica (CE) del suelo aumenta de manera lineal al aumentar la dosis de aplicación. (Powers *et al.*, 1974; Vázquez *et al.*, 2001).

## **2.2.7 Agricultura Orgánica**

### **2.2.7.1 Generalidades**

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

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

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

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

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

#### **2.2.7.2. Conceptos**

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 USDA (citado por O’Keeffe-Swank, 2004) “Es un sistema de producción que integra prácticas culturales, biológicas y mecánicas que adopta el reciclaje de los recursos, promueve el equilibrio ecológico y conserva la biodiversidad”.

Según la FAO (2001) "La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agro ecosistema, 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".

Norma Oficial Mexicana NOM-037-FITO-(1995) “Sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva en cantidades suficientes que interactúa con los sistemas y ciclos naturales en una forma constructiva de forma que promueve vida; mejora y extiende ciclos biológicos dentro del sistema agrícola, incluyendo microorganismos, flora del

suelo y fauna, planta y planta: mejora y mantiene la fertilidad del suelo a largo plazo; promueve el uso sano y apropiado del agua, recursos del agua y toda la vida en esta, en el que, el control de malezas, plagas y enfermedades es sin el uso de insumos de síntesis químico industrial.”

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, si no 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.

Aubert (1981) agrega que al trabajar con agricultura orgánica se lleva una seguridad de que es la actividad más sana que pueda haber, el hombre y la planta trabajan de una forma natural y armoniosa en su propio ritmo. El productor aprende a vivir con las plantas a conocerlas y a respetar este ritmo. Obedeciendo siempre las leyes de la naturaleza, lo que los lleva a un reencuentro subestimado del hombre con la tierra en un perfecto balance.

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

### **2.2.7.3 Objetivos**

Anónimo (2004) menciona lo siguiente:

- Producir alimentos sanos libres de venenos sin contaminar el medio ambiente, eliminando los insumos químicos.
- Producir alimentos de importancia económica accesibles a la población.
- Adoptar tecnologías apropiadas de producción y disminuir insumos externos.
- Producir de forma rentable, de forma sostenible y viable.
- Trabajar en el rescate y conservación de la biodiversidad genética.
- Promover la integridad de los ciclos biológicos.
- Recuperar, conservar y potencializar la fertilidad del suelo.
- Trabajar en el reciclaje de nutrientes y conservar la materia orgánica.
- Utilizar al máximo el potencial natural, genético y productivo de las plantas y animales, conociendo las limitaciones y potencial de las unidades productivas.
- Que los productos orgánicos puedan competir en los mercados locales, regionales, nacionales e internacionales, en función de los parámetros de calidad y cantidad.

#### **2.2.7.4 Principios**

IFOAM (2000) menciona lo siguiente:

##### **En el nivel general:**

- Mejorar y mantener el paisaje natural y los agroecosistemas,
- Evitar la sobre explotación y la contaminación de los recursos naturales,
- Minimizar el consumo de energía y de los recursos naturales no renovables,
- Producción de suficiente cantidad de alimentos sanos, nutritivos y de alta calidad,
- Proveer retornos adecuados en un ambiente de trabajo seguro y saludable,
- Se rescata el saber tradicional y se incorpora al sistema productivo.

##### **En el nivel práctico:**

- Mantener y aumentar la fertilidad de los suelos a largo plazo.
- Mejorar los ciclos biológicos dentro de la finca, especialmente los ciclos de los nutrientes.
- Proveer una oferta de nitrógeno a través del uso intensivo de las plantas fijadoras de nitrógeno.
- Protección biológica de las plantas basada en la prevención en lugar de la curación.
- Diversidad de variedades de cultivos y de especies animales apropiadas para las condiciones del lugar.
- Prohibición de fertilizantes químicos sintéticos, pesticidas, hormonas y otros reguladores del crecimiento.



### **2.2.7.5 Calidad de los productos orgánicos**

Ruiz (1995) menciona que la calidad de los productos orgánicos comprende los siguientes aspectos:

#### Calidad alimentaria

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

#### Calidad en el manejo del producto

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

#### Calidad ecológica

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

#### Calidad social

- Esquema socialmente justo y humano, porque trabaja con unidades culturales, estimulan la autogestión y permiten el dominio tecnológico social.
- Fomentan y retienen la mano de obra rural ofreciendo una fuente de empleo permanente.
- Favorecen la salud de los trabajadores, los consumidores y el ambiente, al eliminar los riesgos asociados al uso de agroquímicos sintéticos.

### **2.2.7.6 Ventajas de la agricultura orgánica**

Según EDUSAT (2003) las ventajas de la agricultura orgánica son las siguientes:

- 1) Establece un sistema productivo compatible, amigable y respetuoso con el medio ambiente.
- 2) Conserva el equilibrio de los recursos naturales.
- 3) Proporciona oportunidades comerciales emergentes.

- 4) Combina los conocimientos tradicionales con la ciencia moderna para descubrir tecnologías de producción innovadoras.
- 5) Fomenta el debate público sobre el desarrollo sustentable, generando conciencia sobre problemas ambientales y sociales que merecen atención.

#### **2.2.7.7 La agricultura orgánica en el mundo**

Actualmente se estima en alrededor de 23 millones de hectáreas destinadas a producir alimentos orgánicos en el orbe, de las cuales 18 millones (mill) 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).

En los últimos años se ha registrado un gran dinamismo de las ventas mundiales de productos orgánicos cuya tasa media anual de crecimiento se ubican en el rango de 20 al 25%. Se estima que las ventas en el 2002 fueron entre

23,000 a 25,000 millones de dólares (MDD) y se espera que éstas superen los 31,000 MDD para el 2005. La Organización Mundial de Comercio (OMC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO) coinciden en que los principales mercados demandantes de productos orgánicos se encuentran en Europa, Estados Unidos y Japón, países industrializados cuya población se caracteriza por sus altos ingresos (Gómez *et al.*, 2003).

#### **2.2.7.8 Situación actual de la agricultura orgánica en México**

Gómez *et al.* (2000) señala que la superficie orgánica presenta un dinamismo anual de 45% a partir de 1996; y para el 2002 se estimó un total de casi 216 mil hectáreas. Para el año 2000, esta agricultura fue practicada por más de 33 000 productores en 262 zonas de producción de 28 estados de la República, lo cual generó 139 millones de dólares en divisas y 16.4 millones de jornales por año. De acuerdo con las estimaciones de 2002 (Cuadro 2.2) el número de productores se ha incrementado a más de 53 mil, mientras que las divisas han alcanzado más de 280 millones de dólares, también la agricultura orgánica es un sistema de producción con alta utilización de mano de obra, (alrededor de 169 jornales h<sup>-1</sup>), por lo que generó alrededor de 16.4 millones de jornales/año en el 2000

La agricultura orgánica ha llamado la atención no sólo de los pequeños productores (Cuadro 2.2), 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).

**Cuadro 2.2 Tipología de productores en la agricultura orgánica en México 1996-2000**

Tipo de productor	% de productores		% de superficie		% de divisas	
	1996	2000	1996	2000	1996	2000
Pequeño	97.50	98.60	89.00	84.15	78.00	68.84
Grande*	2.50	1.40	11.00	15.85	22.00	31.16

Productor pequeño: menos de 30 hectáreas y organizados en sociedades de producción. Productor grande: mas de 100 hectáreas. \* incluye productores medianos (entre 30 y 100 ha). Fuente: Gómez *et al.* (2001)

## 2.2.8 Abonos Orgánicos

### 2.2.8.1 Generalidades

Un abono en general se considera a todo aquello que se aplica al suelo y estimula el crecimiento de las plantas de manera indirecta, a través de mejorar las propiedades físicas del suelo. Por otro lado, un material se considera como fertilizante cuando estimula el crecimiento de manera directa a través de aportar nutrimentos indispensables para las plantas. Algunos materiales como: residuos de cosecha y las compostas pueden considerarse como abonos y también como fertilizantes orgánicos (Chaney *et al.*, 1992).

En años recientes ha aumentado el interés por el uso de abonos orgánicos. Sin embargo, es necesario un manejo adecuado para evitar riesgos de contaminación o de sobre fertilización (Martinez *et al.* 2001; Castellanos y Peña, 1990).

Un exceso de nitrógeno en los cultivos estimula el crecimiento vegetativo con mayor succulencia, lo que los hace más atractivos para las plagas y enfermedades. Algunos cultivos forrajeros pueden acumular nitratos en exceso y provocar toxicidades y problemas de aborto en el ganado que los consume (EPA, 1993).

#### **2.2.8.2 Importancia**

A nivel mundial, todas las regiones enfrentan graves problemas por la gran cantidad de residuos que generan. De estos más del 40% son de origen orgánico y ésta es la grave causa que enfrentan los rellenos sanitarios. Sin embargo, ha la fecha se ha establecido que la mayor parte de los residuos orgánicos pueden ser reciclados usándolos como fertilizantes o mejoradores del suelo. Por lo tanto, para reducir la degradación de los suelos. Se dice que en la naturaleza todo se recicla. Lo que sale de la tierra vuelve a ella de una manera u otra ( en forma de cadáveres, excremento, residuos vegetales, etc). Y las lombrices y millones de microorganismos son los encargados de cerrar el ciclo de mantener la fertilidad del suelo. Las prácticas orgánicas utilizan recursos baratos y localmente disponibles y además ambientalmente más limpias (Peña-Cabriales *et. al.*, 2001).

Otra parte importante de la composición de los abonos orgánicos es precisamente el contenido de materia orgánica. Los principales beneficios de la

materia orgánica según Chaney *et al.* (1992) y Bohn *et al.* (1993) son: incrementa la actividad biológica, aporta nutrientes, energía y hábitat para los microorganismos del suelo, actúa como reserva de nutrimentos, además, durante la descomposición de la materia orgánica se liberan macro y micro-nutrimentos. Retiene nutrimentos en forma disponible, aporta cargas negativas a la CIC del suelo, donde puede retener nutrimentos y metales pesados que de otra manera se lixiviarían; favorece la estructura del suelo, actúa como agente cementante de las partículas del suelo, formando agregados estables durante periodos de humedecimiento y secado. Incrementa la porosidad. La formación de agregados mejora la porosidad del suelo, aumentando la retención en suelos arenosos y la permeabilidad en suelos arcillosos (Peña-Cabriales *et al.*, 2001).

### **2.2.8.3 Dosis de aplicación de abonos orgánicos**

Cuando se utilizan abonos orgánicos como las compostas y residuos de cosecha, generalmente se utilizan dosis bajas, menores a las 10 t ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, es común que en el manejo de estiércol se apliquen dosis altas, que pueden llegar a más de 100 t ha<sup>-1</sup>

Cuando los abonos orgánicos contienen metales pesados, como en el caso de biosólidos, los suelos de zonas áridas con pH alcalinos son la mejor opción para utilizar este tipo de abonos. En estas condiciones los metales pesados se precipitan y permanecen insolubles, formando una barrera natural a la absorción de metales por los cultivos (Assadian *et al.*, 1998).

Según Figueroa (2002) para estimar la dosis de aplicación de abonos orgánicos en función al requerimiento de nitrógeno del cultivo es necesario conocer:

- la concentración de nitrógeno orgánico en los abonos,
- la tasa de mineralización de nitrógeno,
- el nitrógeno residual en el suelo donde se van a incorporar los abonos, y
- el requerimiento de nitrógeno del cultivo.

## **2.2.9 Composta**

### **2.2.9.1 Introducción**

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

El proceso de compostaje es un proceso predominantemente aeróbico, en el cual los sustratos más lábiles (azúcares, aminoácidos, lípidos y celulosa) son descompuestos en menor tiempo por bacterias, hongos y actinomicetes mesófilos tolerantes a temperaturas medias. La proporción de estos microorganismos varia según el sustrato. Posteriormente, se da la descomposición de los materiales más recalcitrantes (hemicelulosa y lignina) por organismos termófilos (resistentes a altas temperaturas) como las levaduras y algunos actinomicetes, para pasar luego a la formación de sustancias húmicas (Mustin 1987; Paul y Clark 1996).

La forma más sencilla para determinar si durante el proceso de compostaje se ha logrado la formación de ácidos húmicos es por la disminución de

temperatura, siendo todas las condiciones de alimentación, humedad y oxígeno óptimas para la actividad microbiana. De esta forma si la temperatura disminuye es porque el sustrato está balanceado y ha sido transformado. El uso del bokashi se está generalizando, ya que solo se humedece al momento de la elaboración y se voltea frecuentemente ( hasta dos veces al día), para evitar que la temperatura aumente por encima de los 45°C. El material se enfría en una o dos semanas, cuando disminuye la humedad, esto es previo a la formación de los ácidos húmicos (Sasaki *et al* 1994).

### 2.2.9.2 Condiciones ideales del compostaje

Según Soto y Muñoz (2002) dicen que el compostaje es un proceso de descomposición predominantemente aeróbico, las prácticas de manejo deben crear las condiciones óptimas para el establecimiento y desarrollo de estos organismos. Hay otros factores que también pueden afectar su desarrollo tales como: pH, fuentes energéticas de fácil solubilización como azúcares simples (melaza) y mayor superficie de contacto y el tamaño de la partícula como se puede observar en el (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3 Condiciones ideales de compostaje (Rynk, 1992 citado por Soto y Muñoz, 2002).

Condición	Ámbito aceptable	Condición óptima
Relación C:N	20:1-40:1	25:1-30:1
Humedad	40-65%	50-60%
Oxígeno	+5%	8%
pH	5.5-9.0	6.5-8.0
Temperatura °C	55-75	65-70°C
Tamaño de la partícula	0.5-1.0	variable



Los sustratos son la única fuente de alimento para los microorganismos descomponedores y por lo tanto, las cualidades y cantidades de los nutrientes deben de ser suficientes para permitir a éstos cumplir sus funciones (crecimiento, regulación y reproducción).

### **2.2.9.3 Usos**

La composta tiene efectos positivos en el suelo, tales como: incremento en la fauna del suelo, reducción de organismos patógenos (Bulluck *et al.* 2002). Incremento en la densidad aparente, estabilización del pH, incremento de la capacidad de intercambio catiónico, disminución del lavado de nitratos (Stamatiadis *et al.* 1999; Pickering *et al.* 1998), eliminación de patógenos y semillas de malezas por las altas temperaturas generadas por la actividad microbiana (Eastman *et al.* 2001, Dixon y Walsh 1998, Ingham 1998) y degradación de residuos de plaguicidas (Block 1998). No obstante, Shibahara *et al.* (1998) señala que la aplicación de un material que libera los nutrientes lentamente tiene la ventaja de que reduce las pérdidas por lixiviación y volatilización y constituye una fuente de nutrientes a largo plazo.

La velocidad con que la composta libera los nutrientes es una medida indirecta de la disponibilidad de ellos, ya que éstos pueden ser liberados ya sea por volatilización y/o lixiviación. Sin embargo, la determinación de la cantidad de nutrientes retenidos en la composta permite estimar su efecto residual. La cantidad de biomasa que pierde la composta en el campo es un indicador de la velocidad de descomposición (Soto y Muñoz, 2002); Robertson y Morgan (1995)

determinaron que a mayor edad de la composta menor es la tasa de mineralización.

#### 2.2.9.4 Características

Las características generales de una composta comercialmente aceptable se presentan en el Cuadro 2.4

**Cuadro 2.4 Características generales de una composta comercialmente aceptable**

Característica	Rango óptimo	Característica	Rango óptimo
% Nitrógeno	>2	%Fósforo	0.15-1.5
C:N	<20	Color	Pardo-negro
Cenizas(%)	10-20	Olor	Tierra
Humedad	10-20<40	CICE (meq/100g)	75-100

#### 2.2.10 Producción de tomate orgánico

##### 2.2.10.1 Producción en campo

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

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

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

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

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

#### **2.2.10.2 Producción en invernadero**

El rendimiento en la producción nacional de tomate orgánico es de  $10 \text{ t ha}^{-1}$  (SAGARPA, 2005), sin embargo, si bien la cosecha es certificada, los rendimientos pueden aumentar, incrementando la relación beneficio-costos. Producir en invernadero, se obtienen cinco veces mas a lo obtenido en campo, es una opción. Márquez y Cano (2004) encontraron un rendimiento de tomate orgánico en invernadero de  $89.64 \text{ t ha}^{-1}$ , en composta mas arena sin fertilizar, donde superaron los rendimientos de tomate orgánico en campo en 8.96 veces

Tuzel y Yagmar (2003) mencionan que se obtienen rendimientos de tomate orgánico en invernadero de 59 a  $90 \text{ t ha}^{-1}$  en otoño, mientras que en primavera se obtuvieron desde 126 a  $162 \text{ t ha}^{-1}$ .

El principal problema de la producción en invernadero, una vez que se tienen las condiciones ambientales controladas, es la presencia de plagas y

enfermedades así como la fertilización. Dodson *et al.* (2002) mencionan que de no efectuarse un efectivo control de plagas y patógenos, éstos puede llevar al exterminio total, lo anterior origina que la mayoría de los productos agroquímicos se apliquen de manera preventiva y continúa, sin tomar en cuenta los umbrales de acción, originando que el fruto lleve altas cantidades de residuos de agroquímicos, los cuales son monitoreados minuciosamente al pretender ser exportados con la consecuencia del rechazo del producto; cabe señalar que la fertirrigación no es admitida en el manejo orgánico, debido a la aplicación de fertilizantes químicos (FAO, 2001; NOM.037 FITO, 1995; NOP, 2004); aunado a lo anterior, además de contaminar de agroquímicos el fruto, el costo de los insumos por éste rubro, incrementa considerablemente los costos de producción, mencionando Castellanos (2003) una erogación de \$118,000 pesos por concepto de fertilizantes para un ciclo de 10 meses.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera.

El experimento se estableció Matamoros, Coah. México, en el Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP), ubicado en el km. 17.5 de la carretera Torreón-Matamoros. La Comarca Lagunera se encuentra comprendida en los límites del desierto Chihuahuense al norte del Territorio Nacional entre los paralelos 24° 10' y 26° 45' de latitud norte y los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste de greenwich, con una altura sobre el nivel del mar de 1 100 metros y con una precipitación media anual de 250 mm.

#### 3.2 Siembra y trasplante

La siembra se realizó el 29 de Agosto del 2004 en charolas germinadoras de polietileno de 200 cavidades, utilizando como sustrato turba (peat most), y el trasplante se realizó el 01 de Octubre del 2004; en bolsas con una capacidad de 20 Kg., llenadas con arena y una mezcla de arena más vermicomposta, dependiendo del tratamiento. Se dispusieron a doble hilera con un arreglo a tres bolillo, con una densidad de 4 plantas por metro cuadrado. Los análisis de la vermicomposta se muestran en el Cuadro 3.1 y en el Cuadro 3.2

**Cuadro 3.1** Análisis de vermicomposta utilizada en la producción sustentable de tomate bajo invernadero

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
<b>Vermicomposta</b>	%						ppm			
	0.86	0.17	1.03	4.86	0.76	0.14	3785	22.5	92.5	2270

En el caso del N, elemento problema en los abonos orgánicos debido al porcentaje bajo de mineralización que es del 11% (Enghball,2002), tenemos que 0.86% de N en la composta, utilizada en la proporción ya indicada nos da un total por hectárea de 264.88 Kg., de N, es decir; que de acuerdo con Rincón (2002), se necesitan 3 kg de N por hectárea por kilogramo de tomate producido. Lo anterior conlleva a suponer que el nitrógeno aprovechable es suficiente para producir 88.29 t ha<sup>-1</sup>.

No obstante, diversas problemáticas como infiltración o lixiviación pueden afectar los rendimientos esperados, por lo que al momento de observar deficiencias (amarillamiento), se tendrá que fertilizar.

**Cuadro 3.2 Caracterización inicial y final de los sustratos. CELALA-INIFAP, 2005.**

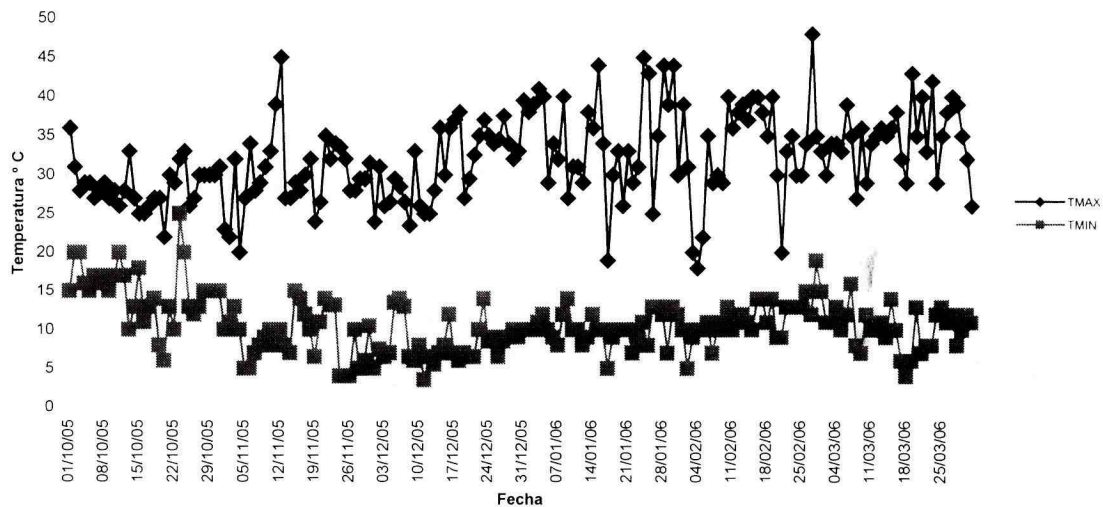
Parámetro	Unidad	Vermicomposta mas arena		Arena*
		Inicial	Final	
C.I.C	Meq/100g	8	5	5
% de saturación	%	45.66	42.6	39.66
PH (disolución 1:1)		8.24	8.42	8.1
C.E.	mS cm <sup>-1</sup>	2.45	0.67	0.65
Materia Orgánica	%	7.16	3.86	0.12

\*Al inicio, se asume nulidad de características químicas por ser medio inerte

### 3.3 Localización y condiciones del experimento

Se realizó bajo un invernadero, ubicado en las instalaciones del CELALA-INIFAP, de 250 m<sup>2</sup> con estructura totalmente metálica, cubierto lateralmente por láminas de policarbonato y doble capa de plástico en el techo; esto con el fin de incrementar la termicidad del mismo, pero así mismo con los riesgos que implica la reducción de luminosidad que pudiera llegar al cultivo. El sistema de enfriamiento consistió en pared húmeda y dos extractores, mientras que la calefacción fue suministrada por un quemador de gas. Cabe hacer mención que la mayoría de las funciones del invernadero (refrigeración, calefacción, riego, etc.) se realizan de

manera automática por medio de un tablero de controles, el cual se encuentra en la parte interior, al frente del mismo. El sistema de riego fue por goteo. La temperaturas máximas y mínimas obtenidas durante el ciclo de cultivo se observan en la Grafica 3.1. Las temperaturas extremas promedio fueron de 32.01 y 10.7°C.



**Figura 3.1 Temperaturas máximas y mínimas presentes durante el ciclo del cultivo. CELALA-INIFAP, 2005**

El invernadero consta de cinco camas de concreto, con 1.70 m entre centros de cama, mientras que cada cama mide 75 cm de ancho y cuenta con una leve inclinación al centro de la cama; el largo de la cama es de 23.5 m y el cual cuenta con un canal de drenaje o desagüe que tiene una pendiente a la parte posterior del invernadero para conducir el agua y nutrientes lixiviados a una cisterna que está ubicada al exterior de la parte trasera del invernadero. La cual

solo tiene la función de captar dichos fluidos y acumularlos temporalmente, para después ser eliminados.

### **3.4 Diseño Experimental**

Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones, en un arreglo factorial 2x5, en donde el factor A, fueron la fertilización (orgánica e inorgánica) mientras que el factor B, fueron los genotipos (Bosky, Big Beef, Miramar, BS y Red Chef).

### **3.5 Manejo del cultivo**

Las plantas fueron guiadas a un tallo eliminando los brotes axilares, esta se realizo de la parte baja hacia arriba para no perder la guía principal, se entutoró sosteniendo la planta en la estructura del invernadero con una rafia cuando alcanzó una altura de 30 cm para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y frutos toquen el suelo, la planta se enredo en el tutor (rafia) conforme fue creciendo y se le dio una bajada para un mejor manejo en relación a (podas, polinización, toma de datos de altura y floración, cosecha, aplicaciones de productos orgánicos, etc.).

Cuando se inició la fructificación de los primeros racimos se procedió a eliminar las hojas que quedaron debajo de éste, con el fin de mejorar la aireación del cuello y evitar la aparición de enfermedades.



### **3.6 Polinización**

Al inicio de la etapa de floración se procedió a la polinización con un vibrador (cepillo dental eléctrico) el cual se pasó por el pedúnculo de la inflorescencia por un lapso de tres segundos, alrededor de medio día.

### **3.7 Fertilización y riegos**

El sistema de riego fue por goteo, se regó tres veces por día, a las 8:00, 12:00 y 16:00 horas diariamente.

El suministro hídrico varió dependiendo la etapa fenológica con un rango de 0.5 a 2 L diarios. Previamente al trasplante se humedeció cada maceta con dos litros de agua.

La fertilización en el sustrato que contenía vermicomposta inicio a los primeros indicios de amarillamiento que fue a los 88 ddt, aplicando la tercera etapa según Zaidan y Avidan (1997); es decir, que desde el trasplante hasta los 87 se agregaron únicamente los elementos contenidos en el agua, que fueron mininos (Cuadro 3.3). En el caso de la arena (100%), desde el trasplante se inicio la fertilización, puesto que es un medio inerte o químicamente inactivo. En dicho sustrato, la primera, segunda y tercera fase de fertilización según Zaidan y Avidan (1997) duraron 20, 25 y 137 días.

**Cuadro 3.3 Características de tratamientos de fertilización, agua y microelementos. CELALA-INIFAP, 2005.**

Parámetro	Agua				
	Element	meqL <sup>-1</sup>	Elementos	ppm	
pH	8.17	Calcio	1.81	Fierro	0.02
CE(mScm <sup>-1</sup> )	0.32	Magnesio	0.19	Cobre	0.01
Cloruros (meqL <sup>-1</sup> )	0.62	Sodio	1.05	Manganeso	0.01
Sulfatos (meqL <sup>-1</sup> )	1.31	Potasio	0.07	Nitratos	0.01

### 3.10 Control de plagas y enfermedades

A los 30 días después del trasplante (DDT) se colocaron trampas amarillas para identificar las plagas, se realizaron revisiones visuales de la planta y de las trampas cada semana para llevar un control de estas, desde las charolas hasta la cosecha. Las plagas presentes fueron: Mosca Blanca, ácaro del bronceado, Minador, araña roja, trips, pulgones amarillo y negro. Las enfermedades presentes fueron: Cenicilla, alternaria. Se realizó la evaluación de las enfermedades vía visual con una escala de 0 a 4; 0= planta sana; 1= 1-25% de área foliar dañada; 2= 26-50% de área foliar dañada; 3= 51-75% de área foliar dañada y 4= 76-100% de área foliar dañada.

Se realizaron aplicaciones preventivas para prever la presencia y/o incidencia de plagas y enfermedades con diversos productos (Cuadro 3.4)

**Cuadro 3.4 Productos y dosis aplicadas para el control de plagas y enfermedades en tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005**

Producto	No Aplicaciones	Dosis	Unidades
Abakob	9	1	ml L <sup>-1</sup>
Sedric	9	4 a 6	L ha <sup>-1</sup>
Bioinsect	10	4 a 6	L ha <sup>-1</sup>
Biocrack	1	2	L ha <sup>-1</sup>
Algaenzimas	6	1	L 100L <sup>-1</sup>
BioFyb	12	2	L ha <sup>-1</sup>
Kilwak	2	4 a 6	L ha <sup>-1</sup>
Sultron	5	4	L ha <sup>-1</sup>

### 3.11 Cosecha

La cosecha se realizó dos veces por semana, cuando el fruto presentó un color ya rojo. Es conveniente señalar que al cosechar en rojo se consume una gran cantidad de fotoasimilables que se pueden invertir en otras estructuras de la planta o bien emplearlos en otros frutos.

### 3.12 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron altura de planta (evaluada semanalmente a partir del 22 de octubre), floración, rendimiento, calidad de fruto (peso promedio de fruto, grados Brix, diámetro polar y ecuatorial, espesor de pulpa, color) e incidencia de enfermedades.

### **3.13 Análisis estadísticos**

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

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Rendimiento

El análisis de varianza presentó diferencia significativa para todas las fuentes de variación

En el caso de genotipos, sobresalieron BS y Miramar con una media de 159.06 t ha<sup>-1</sup>. El genotipo de menor rendimiento fue Red Chief con 126.53 t ha<sup>-1</sup> (Cuadro 4.1).

**Cuadro 4.1 Rendimiento de genotipos de tomate evaluados bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005**

Genotipo	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )
BS	165.49 a
Miramar	152.63 ab
Big Beef	142.53 b
Bosky	137.40 bc
Red Chief	126.53 c

Respecto a las fuentes de fertilización, la fertilización inorgánica fue mejor (Cuadro 4.2), sin embargo, por su naturaleza inorgánica, su uso no es permisible en los sistemas de producción orgánica; no obstante, representa una buena alternativa para producciones sustentables, ya que el manejo contra plagas y enfermedades fue a base de insumos orgánicos

**Cuadro 4.2 Rendimiento para fuente de fertilización evaluadas en tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005**

Fuente de fertilización	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )
Inorgánica	155.17 a
Orgánico	134.66 b

En el caso de la interacción, los mejores tratamientos, Miramar con fertilización inorgánica así como BS con fertilización orgánica, presentaron una media de 177.32 t ha<sup>-1</sup>, sobresaliendo respecto a los tratamientos de menor rendimiento en 22.84% (Cuadro 4.3).

Los resultados obtenidos superaron a los citados por De León (2004), quien reporta para el genotipo Bosky un rendimiento medio de 115.78 t ha<sup>-1</sup> y para el genotipo Andre 114.51 t ha<sup>-1</sup>. Así mismo a los citados por Chávez (2004) debido a que dicho autor señala rendimientos promedio de 117.31 t ha<sup>-1</sup>

**Cuadro 4.3. Rendimiento de la interacción genotipos y fuentes de fertilización de tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005**

Genotipo	Fertilización	Rendimiento ( t ha <sup>-1</sup> )
Miramar	Inorgánica	187.62 a
BS	Orgánica	167.02 ab
BS	Inorgánica	163.97 bc
Bosky	Inorgánica	146.49 bcd
Big Beef	Inorgánica	144.59 cd
Big Beef	Orgánica	140.47 de
Red Chief	Inorgánica	133.20 def
Bosky	Orgánica	128.30 def
Red Chief	Orgánica	119.85 ef
Miramar	Orgánica	117.65 f

## 4.2 Calidad de fruto

### 4.2.1 Peso de fruto

El análisis estadístico arrojó diferencias significativas para genotipos y la interacción genotipos por fuentes de fertilización. Caso contrario se presentó para fuentes de fertilización, las cuales presentaron una media de 198.99 g fruto<sup>-1</sup>

En el caso de genotipos, Bosky fue el de mayor peso de fruto con 254.35 g, superior a los otros genotipos en 27.89% (Cuadro 4.4). Miramar fue el genotipo de menor peso

**Cuadro 4.4 Peso de fruto de genotipos de tomate evaluados bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005**

<b>Genotipo</b>	<b>Peso de fruto (g)</b>
Bosky	254.35 a
Big Beef	225.97 b
BS	213.13 b
Red Chief	160.06 c
Miramar	134.42 d

Respecto a la interacción, se presentaron cinco grupos estadísticos (Cuadro 4.5), siendo el primero de ellos, el conformado por el genotipo Bosky fertilizado tanto inorgánica como orgánicamente además del genotipo Big Beef con fertilización orgánica, los cuales presentaron una media de 249.23 g, superiores en 29.57%, a los demás tratamientos. Es conveniente hacer notar que los genotipos de menor peso de fruto son los genotipos Red Chief y Miramar.

**Cuadro 4.5. Peso de fruto de tomate en la interacción genotipos y fuentes de fertilización. CELALA-INIFAP, 2005**

<b>Genotipo</b>	<b>Fertilización</b>	<b>Peso de fruto (g)</b>
Bosky	Inorgánica	264.6 a
Bosky	Orgánica	244.1 ab
Big Beef	Orgánica	239.0 abc
BS	Orgánica	218.2 bc
Big Beef	Inorgánica	212.9 bc
BS	Inorgánica	208.1 c
Red Chief	Orgánica	173.2 d
Red Chief	Inorgánica	146.9 d
Miramar	Orgánica	137.2 e
Miramar	Inorgánica	132.2 e

De León, (2004) reporta un peso medio de fruto de 275.6 g para el genotipo Andre y 238.4 g para Bosky. Los resultados encontrados supera a lo citado por Chávez, (2004) quien reporta un peso medio para los dos genotipos de 226.2 g.

#### 4.2.2 Diámetro polar

El análisis estadístico presentó diferencias significativas para genotipos y la interacción genotipos por fuentes de fertilización. Caso contrario se presentó para fuentes de fertilización, las cuales presentaron una media de 6.12 cm

En el caso de genotipos, Bosky fue el de mayor diámetro polar con 6.72 cm, siendo el menor Miramar con 5.33 cm (Cuadro 4.6).

**Cuadro 4.6 Diámetro polar de genotipos de tomate evaluados bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005**

<b>Genotipo</b>	<b>Diámetro polar (cm)</b>
Bosky	6.7290 a
BB	6.3080 b
BS	6.1430 b
RCh	6.0540 b
Miramar	5.3389 c

En la interacción, el diámetro polar presentado en los mejores tratamientos (Cuadro 4.7) fue de 6.63 cm, siendo superior al resto de los tratamientos en 21.63%

De León (2004) quien reporta una media para el genotipo Andre y Bosky de 5.45 cm., 5.40 cm., respectivamente. Sin embargo fueron superados por la media reportado por Chávez, (2004) en los genotipos Andre y Bosky con 6.003 cm.



**Cuadro 4.7 Diámetro polar de tomate en la interacción genotipos y fuentes de fertilización. CELALA-INIFAP, 2005**

<b>Genotipo</b>	<b>Fertilización</b>	<b>Diámetro polar (cm)</b>
Bosky	Inorgánica	6.84 a
Bosky	Orgánica	6.618 ab
Big Beef	Inorgánica	6.44 ab
BS	Inorgánica	6.234 b
Big Beef	Orgánica	6.176 b
Red Chief	Orgánica	6.06 b
BS	Orgánica	6.052 b
Red Chief	Inorgánica	6.048 b
Miramar	Inorgánica	5.452 c
Miramar	Orgánica	5.1975 c

#### 4.2.3 Diámetro ecuatorial

El análisis estadístico presentó diferencias significativas para genotipos y la interacción genotipos por fuentes de fertilización. Caso contrario se presentó para fuentes de fertilización, las cuales presentaron una media de 7.37 cm

En el caso de genotipos, Bosky y Big Beef fueron los de mayor diámetro ecuatorial con 7.99 cm, superando a los demás genotipos en 13.3%

**Cuadro 4.8 Diámetro ecuatorial de genotipos de tomate evaluados bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005**

<b>Genotipo</b>	<b>Diámetro Ecuatorial (cm)</b>
Bosky	8.0990 a
Big Beef	7.8830 a
BS	7.1760 b
Red Chief	6.8700 b
Miramar	6.7478 b

En la interacción, el diámetro polar presentado en los mejores tratamientos (Cuadro 4.9) fue de 8.09 cm, siendo superior al resto de los tratamientos en

12.96%. Los resultados, en comparación con los valores obtenidos por Hernández, (2003) fueron superiores ya que la media en dicho trabajo fue de 5.72 cm.

**Cuadro 4.9 Diámetro ecuatorial de tomate en la interacción genotipos y fuentes de fertilización. CELALA-INIFAP, 2005**

<b>Genotipo</b>	<b>Fertilización</b>	<b>Diámetro Ecuatorial (cm)</b>
Bosky	Inorgánica	8.28 a
Big Beef	Orgánica	8.074 ab
Bosky	Orgánica	7.918 ab
Big Beef	Inorgánica	7.692 bc
BS	Orgánica	7.338 bcd
Red Chief	Orgánica	7.328 bcd
BS	Inorgánica	7.014 cde
Miramar	Orgánica	6.8 de
Miramar	Inorgánica	6.706 de
Red Chief	Inorgánica	6.412 e

#### 4.2.4 Sólidos Solubles

El análisis estadístico presentó diferencias significativas para todas las fuentes de variación: genotipos, fuentes de fertilización y la interacción entre ambos factores

En el caso de genotipos, Big Beef fue el de mayor grados Brix con 4.59, superando al resto de los genotipos en 12.13% (Cuadro 4.10)

Es conveniente señalar que el de menor concentración de azúcares es el genotipo BS sin embargo, fue el de mayor rendimiento. De aquí la importancia de conocer el destino de los frutos, ya que la siembra del genotipo ideal, estará en función de lo que requiera el comprador, es decir, si va al procesado se deberá elegir el de mayor sólidos solubles

**Cuadro 4.10 Sólidos solubles de genotipos de tomate evaluados bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005**

<b>Genotipo</b>	<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>	
Big Beef	4.5970	a
Bosky	4.2300	b
Red Chief	4.1430	b
Miramar	4.0922	b
BS	3.6920	c

Respecto a las fuentes de fertilización, la fertilización orgánica fue mejor (Cuadro 4.11) en 7.26%. Lo anterior debido probablemente, a la mayor retención de humedad que origina mayor capacidad de intercambio catiónico, es decir mayor presencia de sales, las cuales están directamente relacionadas con la acumulación de azúcares (Mitchell *et al.*, 1991)

**Cuadro 4.11 Sólidos solubles para fuente de fertilización evaluadas en tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005**

<b>Fertilización</b>	<b>Sólidos Solubles (°Brix)</b>
Orgánico	4.311 a
Inorgánica	3.998 b

En la interacción, los sólidos solubles presentados en los mejores tratamientos (Cuadro 4.12) fueron de 4.54 °Brix siendo superior al resto de los tratamientos en 10.91%

#### 4.2.5 Numero de lóculos

El análisis estadístico presentó diferencias significativas para todas las fuentes de variación: genotipos, fuentes de fertilización y la interacción entre ambos factores

En el caso de genotipos, Big Beef fue el de mayor grados Brix con 5.78, superando al resto de los genotipos en 26.98% (Cuadro 4.13).

**Cuadro 4.12 Sólidos solubles de tomate en la interacción genotipos y fuentes de fertilización. CELALA-INIFAP, 2005**

<b>Genotipo</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Sólidos solubles (°Brix)</b>
Big Beef	Orgánica	4.802 a
Bosky	Orgánica	4.434 ab
Big Beef	Inorgánica	4.392 ab
Miramar	Orgánica	4.325 bc
Red Chief	Orgánica	4.262 bc
Bosky	Inorgánica	4.026 bcd
Red Chief	Inorgánica	4.024 bcd
Miramar	Inorgánica	3.906 cd
BS	Orgánica	3.738 d
BS	Inorgánica	3.646 d

**Cuadro 4.13 Numero de lóculos de genotipos de tomate evaluados bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005**

<b>Genotipo</b>	<b>Numero de lóculos</b>
Bosky	5.8500 a
Big Beef	5.7200 a
BS	4.9930 b
Red Chief	4.4650 b
Miramar	3.2133 c

Respecto a las fuentes de fertilización, la fertilización orgánica fue mejor (Cuadro 4.14) en 13.75%

**Cuadro 4.14 Numero de lóculos para fuente de fertilización evaluadas en tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005**

<b>Fertilización</b>	<b>Numero de lóculos</b>
Orgánico	5.2500 a
Inorgánica	4.5280 b

En la interacción, el número de lóculos presentados en los mejores tratamientos (Cuadro 4.15) fueron de 5.7 lóculos. El genotipo Miramar fue el de menor número de lóculos con una media de 3.25 lóculos

Estos resultados superan al genotipo Andre con una media de 4 lóculos, pero son superados por el genotipo Bosky con una media de 5 lóculos datos reportados por De León (2004). Chávez, (2004) presenta una media de 4.93 lóculos

**Cuadro 4.15 Numero de lóculos de tomate en la interacción genotipos y fuentes de fertilización. CELALA-INIFAP, 2005**

<b>Genotipo</b>	<b>Fertilización</b>	<b>Numero de lóculos</b>
Big Beef	Orgánica	6.16 a
Bosky	Inorgánica	5.88 ab
Bosky	Orgánica	5.82 ab
BS	Orgánica	5.386 abc
Big Beef	Inorgánica	5.28 abc
Red Chief	Orgánica	4.95 bc
BS	Inorgánica	4.6 cd
Red Chief	Inorgánica	3.98 d
Miramar	Orgánica	3.605 de
Miramar	Inorgánica	2.9 e

#### 4.2.6. Espesor de pulpa

El análisis estadístico presentó diferencias significativas para genotipos y la interacción genotipos por fuentes de fertilización. Caso contrario se presentó para fuentes de fertilización, las cuales presentaron una media de 7.02 mm

En el caso de genotipos, Red Chief fue el de menor espesor con 0.636 cm, 11.37% menos que los otros genotipos (Cuadro 4.16). Es conveniente señalar que

Miramar es el valor mas grande de espesor de pulpa, contrario al ultimo lugar que ocupó el numero de lóculos

**Cuadro 4.16 Espesor de pulpa de genotipos de tomate evaluados bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005**

<b>Genotipo</b>	<b>Espesor de pulpa (cm)</b>
Miramar	0.73222 a
BB	0.73200 a
Bosky	0.72900 a
BS	0.68700 ab
RCh	0.63600 b

En la interacción, el espesor de pulpa de los mejores tratamientos (Cuadro 4.17) fue de 0.756 cm, 11.72 % superiores a los otros tratamientos

Los resultados aquí obtenidos son superados por los reportados por De León (2004) con una media de 0.86cm. Superados también por los resultados reportados por Chávez (2004) con una media de 0.81cm

**Cuadro 4.17 Espesor de pulpa de tomate en la interacción genotipos y fuentes de fertilización. CELALA-INIFAP, 2005**

Genotipo	Tratamiento	Espesor de pulpa (cm)
Big Beef	Orgánica	0.786 a
Bosky	Orgánica	0.778 a
Miramar	Inorgánica	0.75 ab
Miramar	Orgánica	0.71 abc
BS	Inorgánica	0.692 bc
BS	Orgánica	0.682 bc
Bosky	Inorgánica	0.68 bc
Big Beef	Inorgánica	0.678 bc
RCh	Inorgánica	0.648 c
RCh	Orgánica	0.624 c

### 4.3. Altura de planta

Se obtuvieron las ecuaciones de regresión que estiman la dinámica de crecimiento longitudinal de los tratamientos evaluados (Cuadro 4.18). En la Figura 4.1 se observan las alturas obtenidas a través del experimento, donde se observa que los valores fluctuaron entre 19 y 214.76 cm, siendo los tratamientos Bosky y Miramar en la fertilización inorgánica, respectivamente

Ríos (2002) menciona que Bosky alcanza altura de 233.1 cm en solución nutritiva. Zarate (2002) menciona que la altura no varía con el porcentaje de composta, presentando valores de 100 y 96 cm., para 25% y 100% de composta

**Cuadro 4.18. Ecuaciones de regresión para altura e inicio de floración de plantas de tomate. CELALA-INIFAP, 2005**

Genotipo	Tratamiento	Altura		Floración	
		Ecuación de regresión	r <sup>2</sup>	Ecuación de regresión	r <sup>2</sup>
Bosky	Orgánico	$y = 50.12 + 7.05 x$	0.90	$y = 4.84 + 17.98x$	0.96
Bosky	Inorgánico	$y = 4.34 + 10.57 x$	0.97	$y = 21.637 + 15.53x$	0.99
Big Beef	Orgánico	$y = 49.33 + 7.03 x$	0.88	$y = 2.69 + 14.74x$	0.97
Big Beef	Inorgánico	$y = 25.59 + 8.3 x$	0.92	$y = 18.56 + 14.96x$	0.96
BS	Orgánico	$y = 42.90 + 8.16 x$	0.96	$Y = 5.52 + 14.08x$	0.99
BS	Inorgánico	$y = 6.22 + 11.00 x$	0.93	$Y = 11.40 + 17.34x$	0.98
Miramar	Orgánico	$y = 47.08 + 8.10 x$	0.89	$Y = 10.74 + 9.99x$	0.99
Miramar	Inorgánico	$y = 16.71 + 11.36 x$	0.92	$Y = 14.82 + 13.38x$	0.93
Red Chief	Orgánico	$y = 33.14 + 7.45 x$	0.90	$Y = 5.44 + 16.8x$	0.93
Red Chief	Inorgánico	$y = 11.45 + 10.71 x$	0.95	$Y = 5.3 + 20.62x$	0.96

### 4.4. Floración

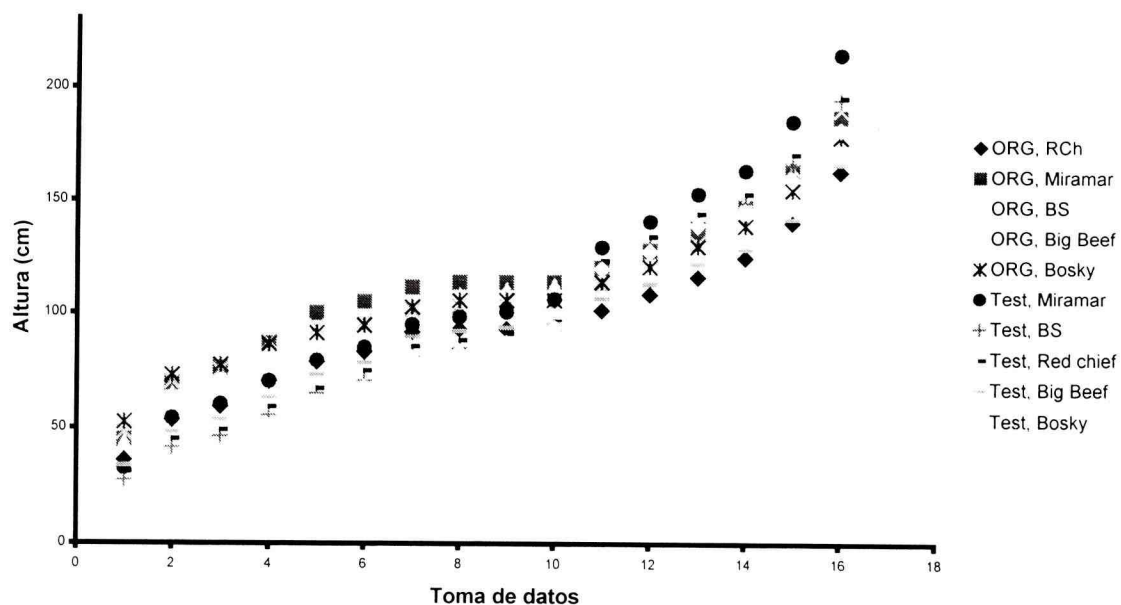
Se obtuvieron las ecuaciones de regresión que estiman la dinámica del inicio de la floración los primeros cinco racimos (Cuadro 4.18). En la Figura 4.2 se observa gráficamente el inicio de floración de los primeros cinco racimos, donde

es observa que la aparición del quinto racimo en el experimento fue a los 19.8 ddt mientras que el ultimo tratamiento en realizar la acción fue a los 35.8 ddt. Los tratamientos respectivamente fueron Miramar orgánico y Bosky inorgánico.

En general, los genotipos evaluados con fertilización orgánica superaron a fertilizados inorgánicamente en 18.65%, en la aparición del primer racimo, con una media de 22.32 ddt.

Los datos obtenidos fueron superados por los obtenidos por De León (2004), ya que menciona que el segundo racimo inicia a los 24.1 ddt para el genotipo Andre al evaluarlo en 50% de vermicomposta y 50% de arena

Las diferencias pueden atribuirse al contenido de elementos nutritivos de las compostas utilizadas en ambos trabajos así como a las condiciones ambientales.



**Figura 4.1. Altura de planta de tomate bajo condiciones de invernadero. CELALA-INIFAP, 2005**



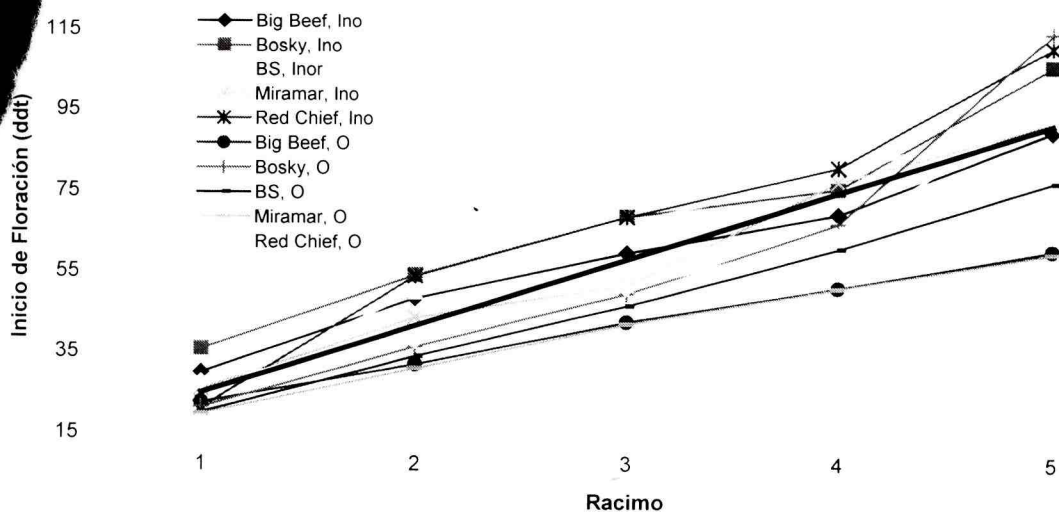


Figura 4.2. Altura de planta de tomate bajo condiciones de invernadero. CELALA-INIFAP, 2005

#### 4.5 Enfermedades

En la evaluación de las enfermedades (Cuadro 4.19), únicamente se presentó cenicilla. No obstante, los valores encontrados, según la escala utilizada, se puede interpretar como únicamente despreciables.

Lo anterior pone de manifiesto el efecto positivo de los fertilizantes orgánicos utilizados

**Cuadro 2.19 Severidad de las enfermedades evaluadas en tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2005**

<b>Fertilización</b>	<b>Genotipo</b>	<b>Cenicilla Leveillula taurica</b>	<b>Tizón temprano <i>Alternaria sp.</i></b>
Orgánica	Miramar	0.45	0
Inorgánica	Miramar	0.32	0
Orgánica	Bosky	0.23	0
Orgánica	Red Chief	0.22	0
Orgánica	BS	0.22	0
Orgánica	Big Beef	0.16	0
Inorgánica	Red Chief	0.13	0
Inorgánica	BS	0.09	0
Inorgánica	Bosky	0.05	0
Inorgánica	Big Beef	0	0

0= planta sana; 1=1-25% del área foliar dañada; 2=26-50% del área foliar dañada; 3=51-75% del área foliar dañada y 4=76-100% del área foliar dañada.

## V. CONCLUSIONES

En rendimiento, respecto a las fuentes de fertilización, la fertilización inorgánica fue mejor sin embargo, por su naturaleza inorgánica, su uso no es permisible en los sistemas de producción orgánica; no obstante, representa una buena alternativa para producciones sustentables, ya que el manejo contra plagas y enfermedades fue a base de insumos orgánicos. No obstante, los mejores tratamientos fueron el genotipo Miramar con fertilización inorgánica así como el genotipo BS con fertilización orgánica, presentaron una media de  $177.32 \text{ t ha}^{-1}$ . Es decir, que existe un tratamiento orgánico que produce igual que uno fertilizado inorgánicamente.

Respecto a los mejores genotipos con manejo orgánico tanto en rendimiento como en calidad fueron BS, Big Beef y Bosky. Al final se encontraron Red Chief y Miramar.

Es conveniente señalar, que el genotipo Big Beef es el de menor grados Brix sin embargo es el de mayor rendimiento, mientras que el genotipo Miramar fue el de mayor concentración de sólidos solubles.

De aquí la importancia de conocer el destino de los frutos, para la siembra del genotipo ideal, estará en función de lo que requiera el comprador, es decir, si va al procesado, rendimiento o bien calibre

## VI. RESUMEN

La producción orgánica se está volviendo muy importante y necesaria porque en la actualidad los consumidores están más interesados en saber del origen y la manera de cómo fueron obtenidos los alimentos que día con día llevan a su mesa y si son confiables o traerán secuelas en la salud. La agricultura orgánica se caracteriza por estar libre de agroquímicos y de cultivarse bajo un sistema de insumos naturales y prácticas que protegen el medioambiente lo que le permite obtener productos libres de residuos tóxicos. Por otro lado, el invernadero es una estructura que generalmente permite el aumento en rendimiento de los cultivos por las condiciones controladas que se tienen dentro de éste, permitiendo, además, producir prácticamente todo el año. El consumo constante de tomate conlleva a estar ingiriendo de igual manera pesticidas constantemente, ya que en el mejor de los casos, no muy comúnmente, el fruto contiene los límites máximos de residuos permitidos. Sin embargo, es necesario determinar genotipos que se adapte a las condiciones de la Comarca Lagunera bajo este sistema orgánico para contar con el paquete tecnológico completo y recomendarlo a los productores interesados. En base a lo anterior se propusieron los siguientes objetivos: Determinar el rendimiento y la calidad de fruto de cinco genotipos de tomate bajo un sistema de producción orgánico en invernadero para contar con un sistema de producción de tomate orgánico en invernadero. El experimento se estableció en el Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP), en Matamoros, Coahuila, dentro de la Comarca Lagunera. Se realizó bajo un invernadero de 250 m<sup>2</sup>. Se utilizó un diseño completamente al azar con

cinco repeticiones, en un arreglo factorial 2 x 5, en donde el factor A, fueron la fertilización: orgánica e inorgánica mientras que el factor B, fueron los genotipos: Bosky, Big Beef, Miramar, BS y Red Chef. Los principales resultados muestran que en rendimiento, los mejores tratamientos fueron el genotipo Miramar con fertilización inorgánica así como el genotipo BS con fertilización orgánica, presentaron una media de 177.32 t ha<sup>-1</sup>. Es decir, que existe un tratamiento orgánico que produce igual que uno fertilizado inorgánicamente. Respecto a los mejores genotipos con manejo orgánico tanto en rendimiento como en calidad fueron BS, Big Beef y Bosky. Al final se encontraron Red Chief y Miramar. Es conveniente señalar, que el genotipo Big Beef es el de menor grados Brix sin embargo es el de mayor rendimiento, mientras que el genotipo Miramar fue el de mayor concentración de sólidos solubles. Así pues, es imprescindible conocer el mercado al que estará destinada la producción ya que en función de esto, será la elección correcta del genotipo

## VII. LITERATURA CITADA

Agronegocios 2003. <http://www.agronegocios.gob.sv/Media/Hor2TomText.htm>

Alpi, A. y Tognoni, F. 1999. Cultivo en invernadero. 3ª ED. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, México pp 76 – 77.

Alvarado, R. B. y Trumble, T. J. 1999. Manejo integrado de plagas en el cultivo del Tomate en Sinaloa. pp. 435-456. *En:* Anaya R. Y Romero N. (Ed.) Hortalizas, Plagas y Enfermedades. Editorial trillas México. D.F.

Anónimo.2004. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Manual Agropecuario. Ibalpe Internacional de Ediciones, S.A., de C.V. Maztlán, Sinaloa, México. pp. 546-548.

Ansorena, M., J. 1994. Sustratos: Propiedades y Caracterización. Ed. Mundi-prensa. Madrid, España. pp. 11-15

Assadian, N.W., L.C. Esparza, L.B. Fenn, A.S. Ali, S. Miyamoto, Figueroa V.U., y Warrick A. W. 1998 Spatial Variability of heavy metals in irrigated alfalfa fields in the upper Río Grande River basin. *Agricultural water management* 36:141-156.

Aubert, C.1981. El huerto Biológico. Edit. Posada, México DF. pp. 42-45.

Avila, J. 1989. Evaluación de nueve tratamientos con insecticidas para control de Bemisia tabaci en Chile. XXIV Congreso Nacional de Entomología. Oaxtepec, Morelos, Méx. Pág. 351.

Barboza, E. Herencia y medio ambiente. *Revista Virtual Visión Veterinaria* 2004; 3(7): <http://www.visionveterinaria.com> (06.03.2004).

Batte, T., M.; Beaverson, J.; Hooker H., N and Haab, T. 2004. Customer willingness to pay for multi-ingredient, processed organic food products. Paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Denver, Colorado, July 1-4, 2004.

Belda, J. E. y Lastre, J. 1999. Reglamento Específico de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo: resumen de aspectos importantes. Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Pp1-9.

- ✓ Berenguer, J.J. 2003. Manejo del cultivo del tomate en invernadero. En: curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. (Eds) Castellanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. Celaya, Guanajuato, México. Pp. 147-174.
- ✓ Blancard, D. 1996. Enfermedades del tomate. Observar, identificar, luchar. Versión Española de A. Peña I. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- Block, D. 1998. Degrading PCB's through composting. *Biocycle* 39(12):45-48.
- Bohn, H.L., McNeal, B.L. and O'Connor, G.A. 1993. Química del suelo. Ed Limusa. México, D.F.
- Bollo, E. 1999. Lombricultura: una alternativa de reciclaje. Ecuador Soboc. 149 p.
- Bulluck, L.R; Brosius, M; Evanylo, Gk; Ristaino, JB. 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology* 19:147-160.
- Buras, S. 1997. Sustratos. Ed. Agrotecnicas. Madrid, España. pp. 265-274.
- Burgueño, C. H., 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero. Diapositivas. En: memorias del primer simposio nacional de técnicas modernas en producción de tomate, papa y otras solanáceas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- ✓ Carvajal, M., Cerda, A. Y Martínez, V. 2000. Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of cation disorders. *Plant Growth Regulation*. 30:1pp37-47. M/CSIC/Ctr Edafol&Biol Aplicada Segura. DeptFisiol& Nutr Vegetal / POB 4195 / Murcia. Spain.
- Casseres E. 1984. producción de hortalizas. Tercera edición. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. Pp 71-105.
- Castellanos, J. Z. 1984. Estiércol para el uso agrícola en la Región Lagunera. Folleto Técnico No. 1. Campo Agrícola Experimental La Laguna. CIAN\_INIA. Pág. 19.
- Castellanos, R., J. Z. y Peña C., J. J. 1990. los nitratos provenientes de la agricultura: una fuente de contaminación de los acuíferos. *Terra* 8(1):113-126.

Castellanos, J. Z., Uvalle B.J.X., Aguilar S.A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. INCAPA. México.

Castellanos, J. Z. 2003. Análisis de costos de inversión y producción de tomate en invernadero. p.321-332. En: J. J. Muñoz-Ramos y J. Z. Castellanos (Eds). Manual de producción hortícola en invernadero. INACAPA. México

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.

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.

Chavez, C. J. 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-UL.

Chaney, D.E., Drinkwater, L.E. AND Pettygrove, G.S. 1992. Organic soil amendments and fertilizers. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 21505. 36p.

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

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

Copyright infoagro.com 2004. principales tipos de invernaderos. Consultado el día 25 de Octubre de 2005. [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_invernaderos.asp](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_invernaderos.asp)

Dalzell, Hw; Biddlestone, AJ; Gray. KR; Thurairajan, K. 1991. Manejo del suelo; producción y uso de compost en ambientes tropicales y subtropicales. Servicio de recursos. Manejo y conservación de suelos. Dirección de fomento de tierras y aguas. FAO. 178 P.

De León, R. W. R. Evaluación de compostas y sustratos inertes en tomate bola bajo invernadero Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL.

Diez, N. J. 2001. Tipos varietales. In: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp. 95-127.

Dodson, M., Bachmann J. & Williams P. 2002. Organic Greenhouse Tomato Production. ATTRA. USDA



Eastman, B.R; Kane, P.N; Eduards, C.A; Trytek, L; Gunadi, B; Stremer, A.L; Mobley, J.R. 2001. The effectiveness of vermiculture in human pathogen reduction for USEPA biosolids stabilization.

✓ Edmond, J. B. 1981. Principios de horticultura; CIA: Editorial Continental S.A. de C.V.; sexta reimpresión; México, D.F.

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

EPA. 1993. Standards for the Use or Disposal of Sewage Sludge. Federal Rules. 40 CFR Part 503. Environmental Protection Agency. Washington, D.C

Esquinas, A. J. Y F. V. Nuez 1999. situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate, pp 13-23. en: F. Nuez (ed) el cultivo del tomate. Editorial Mundi-prensa México.

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

FAOSTAT. 2004. <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacon/SIACON.html>.

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>.

Figuerola, V. U. y J. A. Cueto W. 2002. Uso sustentable del suelo y abonos orgánicos. *In: Memoria del XXXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*. 15 Octubre. Torreón, Coahuila, México. pp. 2-20.

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

Florida Agricultural Statistical Service. Vegetable Summary 1998-99. April, 2000.

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

Garza, L. J. 1985. Hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Depto. De fitotecnia, UACH. Chapingo, México.

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

Goldberg, M.; Orden, S.; Mascarini, L. y Sierra, E. 1996. Transmisión Espectral en la Banda del PAR de las cubiertas plásticas para invernaderos. Revista de la Asociación Argentina de Horticultura 15 (38):51-54.

Gómez, C. M. A. y Gómez, T. L. 1999. El mercado mundial de la hortofruticultura orgánica en México. VII Congreso de Horticultura. 25 al 30 abril de 1999, Manzanillo, Col.

Gómez, C., Schwentesius R; Gómez T.L; Arce C.I; Quintero M.M; Y. Morán V. 2000. Agricultura Orgánica de México, datos básicos. México. SAGAR, UACH. Chapingo, México. 46 p.

Gómez, C., M. A., Gómez T. L., y Schwentesius R. R. 2001. Desafíos de la agricultura orgánica. Certificación y comercialización, Mundi-Prensa-Universidad Autónoma Chapingo, tercera edición, México, 224 p.

Gómez, C., M. A., Gómez T. L. y Schwentesius R. R. 2003. México como abastecedor de productos orgánicos. Comercio exterior, Vol. 53, Num. 22, Febrero 2003.

Govindasamy, R., Italia J. 1999. Predicting Willingness-to-Pay a Premium for Organically.

Hernández, S. I. 2003 Evaluación de rendimiento y calidad de 18 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN U-L. Torreón, Coahuila, México. pp. 53.

IFOAM 2000. Basic Standards for Organic Production and Processing. General Assembly in Basel, Switzerland). September 2000

Infoagro. 2003. (<http://www.infoagro.com/Plagas>).

Infoagro. 2004. Principales tipos de invernaderos. Consultado el día 25 de Octubre de 2005. [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_invernaderos5.asp](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_invernaderos5.asp)

<http://agrarias.tripod.com/invernaderos.htm>

Infoagro. 2004. Control climático en invernaderos. Consultado el día 28 de Octubre de 2005. Control climático en invernaderos.

[http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/control\\_climatico2.asp](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/control_climatico2.asp)

Ingham, E. 1998. Replacing methyl bromide with compost. Biocycle 39 (12):80-82.

infoagro.com 2004. Tipos de sustratos de cultivo. Consultado el día 21 de Oct. de 2005.

[http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_sustratos.asp](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.asp)

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

Lacasa, A. Y j. Contreras. 1999. Las plagas. , Pp: 401-409. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.

López, A. 2004. Productos orgánicos ganan popularidad en el mercado. El financiero. 11 de marzo.

Macilwain, C. 2004. Organic: is it the future of farming. Nature 428:792-793.

Márquez, H. C. y Cano, R. P. 2004. Producción orgánica de tomate bajo invernadero. In: Olivares S., E. (ed.) Segundo Simposio Internacional de Producción de Cultivos en Invernaderos. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L. México.

Martínez, C. E. y L. M. García. 1993. "Cultivos Sin Suelo, Hortalizas En Clima Mediterráneo". Compendio de Horticultura 3 ED. De Horticultura, S.L. Sustrato.

Martínez, R., J.G., Castellanos R., J.Z. y Ortega, A. 2001. Determinación de la vulnerabilidad del acuífero de Ciudad Juárez, Dgo. A la contaminación por nitratos mediante GIS. XIII Semana internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Dgo. Pag. 47-52.

Mateos, C. 1999. Tomate, la salsa de la vida, Madrid España. Consultado el día 01 de Noviembre de 2005.

[http://www.medspain.com/n7\\_nov99/tomate.htm](http://www.medspain.com/n7_nov99/tomate.htm)

Medina, M. R., Reyes R.C., Ceceña D. C. y Legasti F.D. 2001. Efectividad biológica de la feromona Checkmate TPW-F en el control de gusano alfiler del tomate. *Keiferia licopersicella*, Costa de Ensenada, Baja California, pp.E-112. XXXVI Congreso Nacional de Entomología ITEMS Qro. Méx.

- Mitchell, J. P.; Shennan, C.; Grattan, R. S.; May, M. D. 1991. Tomato fruit yield and quality under water deficit and salinity. *J. Am. Soc. Hortic. Sci. (USA)* 116:215–221.
- Muñoz, R. J. J. 2003. El cultivo del tomate en invernadero. p. 226-262. *En: Muñoz-Ramos, y J.Z. Castellanos (Eds). Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México.*
- Muñoz, R. J. J. 2003. Estructuras de invernadero y cubiertas de protección. p. 18-39. *En: Muñoz-Ramos, y J.Z. Castellanos (Eds). Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México.*
- Mustin, M.1987. *Le compost, Gestion de la Matiere organique.* Paris, Editions Francois DUBUSC, 954 p.
- Navejas, J. J. 2002. Producción orgánica de tomate. INIFAP-CIRNE. Desplegable técnica No. 5. Constitución, B. C. S. México
- NOM-037-FITO, 1995. Norma Oficial Mexicana, por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. México, D.F.
- NOP,2004. The national organic program. USDA-USA
- Nuez, V. F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp 626-669. *en: Nuez (ed.) el cultivo del tomate.* Editorial Mundi-prensa, México.
- O'keeffe-Swank, K. 2004. Coctel de soluciones. Productores de hortalizas. Septiembre de 2004. Año 13. No. 9. p. 38.
- Ortega, A. L. D. 1999. "Mosquita blanca Vectores de Virus en Hortalizas. Pp. 149-150. *En: Anaya R. S. (ed). Hortalizas Plagas y Enfermedades Ed. Trillas. México. D. F.*
- Paul, EA; Clark, FE. 1996. *soil microbiology and biochemistry.* 2 ed. Academic Press.340 P.
- Peña-Cabriales, J.J., Grajeda-Cabrera, O.A. and Vera-Nuñez, J.A. 2001 Manejo de los fertilizantes nitrógenados en México: uso de las técnicas isotópicas (<sup>15</sup>N). *Terra*, 20: 51-56.
- Pickering, JS; Kendle, AD; Hadley,P. 1998. The suitability of composted green waste as an organic mulch; effects on soil moisture retention and surface temperature. *Acta horticulture* 469:319-324.

Powers, W.L., Wallingford, G.W., Murphy, L.S., Whitney, D.A., Manges, H.I., and Jones, H.E. 1974. Guidelines for applying beef feedlot manure to fields. Publication C-502. Kansas State University, Cooperative Extension Service. Manhattan, KA.

Rincón, S. L. 2002. Bases de la fertirrigación para solanáceas y cucurbitáceas cultivadas en invernadero bajo planteamiento de producción integrada. *In*: 12º Symposium Internacional. Ecología y producción integrada en cultivos hortícolas en invernadero. PYTOMA (España) 135: 34-46.

Rink, R. 1992. On-farm composting handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Cooperative extension. New York. 186 p.

Ríos, J. A. 2002. Evaluación para rendimiento y calidad de fruto de los híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México. p.59.

Robertson, F.A; Morgan, W.C. 1995. mineralization of C and N in organic materials as affected by duration of composting. *Australian Journal of Soil Research* 33(3): 511-524.

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.

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.

Ruiz, F. J. F. 1995. La agricultura orgánica: Ecología o Mitología? (Respuesta a algunas interrogantes). Coordinación del Programa de Investigación de Agricultura Orgánica. Agosto, 1995. Universidad Autónoma Chapingo.

Sade, A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Rejovot, Israel. pp.143.

Sánchez, B. F., y Favela, Ch. E. 2000. Construcción y manejo de invernaderos. UAAAN-UL. pp. 2-8.

Sánchez, C. M. 2001. Manejo De enfermedades del tomate. *In*: Curso del INCAPA "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa". Guadalajara, Jalisco, México. Pp 22-39.

- SAS. 1998. Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998). Edition Cary N:C: United States of America.
- Sasaki, S; Alvarado, A; Li Kam, A. 1994. Curso basico de Agricultura orgánica. San José, Costa Rica, proyecto de Agricultura Orgánica. UCR-JOCV.30 p.
- Schlermeyer, Q., 2004. organic World View. Nature 428: 794-795.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). México, D. F. Internet: <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacon/SIACON.html>.
- Shibajara, F.; Shigekazu, Y.; Inubushi, K. 1998. Dinamicsof microbial Biomass Nitrogen as Influenced by Organic Matter Application in Paddy fields. Soil Science and plant Nutrition. 444 (2): 167-178.
- Siles, J. 1998. el maejo de desecho de broza de lombrices Californianas Tesis MSc. Turrialba. Costa Rica, CATIE. 93 P.
- Soto, G. y Muñoz, C. 2002. Agricultura orgánica. Manejo integrado de plagas y Agroecología ( Costa Rica) Bo. 65 p.123-129.
- Stamatiadis, S; Warner, M; Buchaman, M. 1999. Field assessment of soil quality as effected by compost and fertilizer application in broccoli field (san Benito Country, California) applied soil Ecology 12 :217-225.
- Stevens, M. A. y Rick, C. M. 1986. Genetics and breeding. En: "Atherton, J. G. and Rudich, J." (Eds) The tomato crop. Chapman and Hall, London, New York. pp. 35-102.
- Tan, K.H. 1992. principles of soil chemistry. Marcel Dekker, Inc. New York, NY.
- Tello, M., J. y Del Moran de la V. J. 1999. Enfermedades no viricas del tomate. Pp525-567. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Tiscornia, J. R. 1989. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. Editorial albatros, Buenos Aires Argentina. Pp 7-9.
- Tuzel, Y. y Yagmar G. B. 2003. Organic tomato produced under greenhouse conditions. (En línea). [http://www.actahort.org/books/614/614\\_114.htm](http://www.actahort.org/books/614/614_114.htm) Consulta: 2 de marzo del 2004.

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

✓ Vázquez, V.C., Salazar S.E., Figueroa V.R., Valenzuela R.J.S. y Fortis H.M. 2001. efectivo del acolchado y estiércol de bovino en la modificación de algunas características del suelo de la Comarca Lagunera. XIII Semana Internacional de Agronomía, FAZ-UJED. Gomez Palacio, Dgo. Pág. 178-182.

✓ Williams, D. E. 1990. A review of sources for the study of nahualt plant classification. Adv. Econ. Bot. 8. pp. 249-270.

Zaidan, O. 1997. La producción del tomate. Ministerio de relaciones exteriores, centro de Cooperación Internacional y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Centro Internacional para el Desarrollo Agrícola del Estado de Israel.

✓ Zaidan, O. y 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.

Zarate, L., T. 2002. Respuesta Fisiológica del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) en cuatro substratos de vermicomposta en diferentes niveles. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. p. 63.