

FECHA DE ADQUISICIÓN _____	
NUM. DE INVENTARIO <u>00282</u>	
PROCEDENCIA _____	
NUM. CALIFICACIÓN _____	
PRECIO	
DIST. _____	



SB349  
.G37  
2006  
TESIS LAG  
Ej.1

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



EVALUACION DE GENOTIPOS DE TOMATE  
CON FERTILIZACION ORGANICA BAJO  
CONDICIONES DE INVERNADERO

P o r

GONZALO GARCIA VAZQUEZ

T E S I S

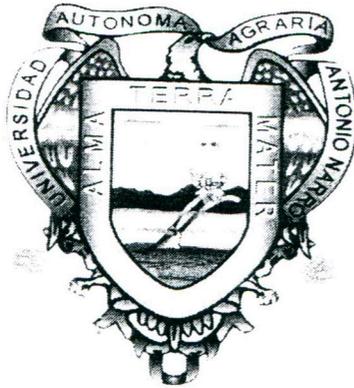
Presentada como requisito parcial  
para obtener el Título de:  
**INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA**

Torreón, Coahuila, México

Agosto del - 2006

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE TOMATE CON FERTILIZACIÓN  
ORGÁNICA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

**Por**

**GONZALO GARCÍA VÁZQUEZ**

**T E S I S**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Torreón, Coahuila, México**

**Agosto del 2006**

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE TOMATE CON FERTILIZACIÓN  
ORGÁNICA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

**Por  
GONZALO GARCÍA VÁZQUEZ**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**APROBADA POR:**

**Asesor  
principal:**

**DR. PEDRO CANO RÍOS**

**Asesor :**

**Dr. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES.**

**Asesor :**

**M.C. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS.**

**Asesor:**

**M. E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO.**

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



**Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas  
agosto del 2006**

**Torreón, Coahuila, México**

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**TESIS DEL C. GONZALO GARCÍA VÁZQUEZ QUE SE SOMETE A  
LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

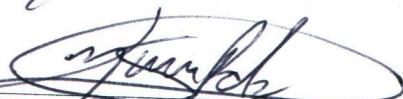
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**APROBADA POR:**

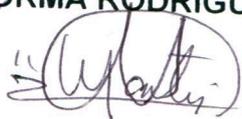
**PRESIDENTE**

  
DR. PEDRO CANO RÍOS

**VOCAL**

  
M.C. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS.

**VOCAL**

  
M. E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO.

**VOCAL SUPLENTE**

  
M. C. DELFINO REYES MACÍAS

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

  
Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Agosto del 2006

## AGRADECIMIENTOS

A ti Padre Dios por ser mi guía y fortaleza en los momentos de angustia. Te doy gracias por haber llegado en el momento oportuno, cuan más necesitaba “un te quiero” o “amigo mío aquí estoy”, llegaste de la forma más humilde y simple, abrigándome con tu dulce amor y perdonando mis pecados sin importar el daño que había causado a mi prójimo. Todo lo que he logrado es por ti, solo por ti Jesús. A ti sea siempre la honra y la gloria.

A mi ALMA TERRA MATER, por darme abrigo durante este tiempo así como la oportunidad de culminar mi carrera, le doy gracias a Dios por existir una Universidad como la Antonio Narro, ¡no te acabes! Amigo mío.

Al Ph. D. Pedro Cano Ríos, por ser antes que mi asesor, un amigo y un maestro, gracias por guiarme en esta tesis, por su tiempo y confianza. Fue un placer trabajar con usted. Que Dios lo bendiga.

Dr. Uriel Figueroa Viramontes gracias por su asesoramiento en el trabajo de investigación y por compartir conmigo sus amplios conocimientos.

Al Prof. Gerardo Palacios Vázquez por toda su ayuda, paciencia y enseñanza que me brindo durante la conducción de la presente investigación.

A la M. C. Norma Rodríguez Dimas gracias por su confianza y apoyo incondicional como asesor (análisis de datos y redacción) para la realización de este trabajo, es usted una persona muy capaz que próximamente terminara con su doctorado y será sin duda alguna una excelente investigadora y profesora..

Al M. C. Delfino Reyes Macias, por asesorarme y por estar cuando más te necesitaba, gracias por tu confianza, paciencia, dedicación y tener confianza en mi.

M. E. Víctor Martínez Cueto gracias por haber aceptado ser mi asesor, por regalarme tu tiempo, dedicación y espacio en la realización de este trabajo de investigación.

A las autoridades del CELALA-INIFAP por todas las facilidades brindadas para la realización de este trabajo de investigación.

Al M.C. José Jaime Lozano García por brindarme su amistad y apoyo cuando lo necesité, muchas gracias.

Al Ing. Manuel Luna Davila por haber apoyado compartido de sus conocimientos y experiencia laboral en lo cual es lo mejor que desempeño.

A mis compañeros por haberme aguantado durante cuatro años y medio dentro y fuera de la Universidad: a Luis Alberto, Eduardo Lara, Don Julio, Rey, Sigifredo, José. gracias por su confianza y apoyo. Donde quiera que estén que Dios les bendiga.

## DEDICATORIAS

**A DIOS:** Dedico este trabajo a Ti maestro, tú el Amigo fiel, el Alfa y la Omega, el gran Yo soy, tú que nos das la vida, tú que bendices a diario a la familia, muchas gracias.

### **A MIS PADRES:**

Le doy gracias a Dios por tenerlos aún conmigo, gracias por **respetar mis decisiones** y apoyarme en todo lo que emprendo, todos mis logros es para ustedes, son mi motivo y todo lo que tenga que hacer lo haré por ustedes, les pido perdón por si en algún momento les he fallado como hijo, gracias por inculcarme los buenos valores y por confiar en mí. Los amo.

### **A MIS TÍOS**

Octavio, Cesar, gracias por apoyar a mis padres que Dios les bendiga.

**A MI HERMANA:** la nena es mi motivo me hubiera gustado crecer juntos y haber tenido mas tiempo para ustedes más la necesidad de estudiar me obligo a salir de casa pero bien saben que todo lo que he hecho es para el bien de la familia espero no haberlos defraudado.

**A MI HIJO:** \_\_\_\_\_ Hijo mío aunque no estés aquí conmigo quiero decirte que te amo.

## A MI PAREJA GEORGINA URBINA MONDRAGÓN

Lo que es mi futuro y lo mejor que me a pasado en la vida la piedra angular que levanta los cimientos de mi vida y la madre de mis hijos esa mujer que de cualquier manera esta conmigo. De igual forma para decirle que su apoyo que esas bellas horas de trabajo, paciencia y comprensión sirvieron para realizar este trabajo teniendo una finalidad no fue en balde y correspondiendo de la única manera que puedo queriéndote los amo familia.

# INDICE DE CONTENIDO

<b>I</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1	Objetivos .....	2
1.2	Hipótesis .....	3
<b>II</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
1.1	Generalidades del tomate .....	4
1.1.1	Origen .....	4
1.1.2	Valor nutritivo .....	5
1.2	Generalidades de un invernadero .....	6
1.3	Exigencias de clima .....	7
1.3.1	Generalidades .....	7
1.3.2	Temperatura .....	7
1.3.3	Humedad .....	9
1.3.4	Luminosidad .....	10
1.3.5	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) .....	11
1.4	Elección del genotipo .....	12
1.5	Producción orgánica de tomate .....	12
1.5.1	Concepto de agricultura orgánica .....	15
1.5.2	Fertilización orgánica .....	18
1.5.3	Propiedades de los fertilizantes orgánicos .....	22
1.6	Productos destinados a la fertilización y mejoramiento del suelo .....	24
1.7	Substratos de importancia para el desarrollo vegetal .....	25

1.7.1	Características de los sustratos .....	26
1.7.2	Clasificación de sustratos .....	27
1.7.3	Sustratos orgánicos .....	27
1.8	Vermicomposta o humus de lombriz .....	29
1.8.1	Ventajas de los abonos orgánicos .....	32
1.9	El estiércol como fuente de materia orgánica .....	33
1.10	Composta .....	34
1.10.1	Método de composteo .....	36
1.10.2	Mineralización .....	38
1.10.3	Humificación .....	41
1.10.4	Inmovilización .....	42
1.11	Substancias permitidas para la producción de alimentos orgánicos .....	44
1.11.1	Insecticidas de origen vegetal .....	44
1.12	Antecedentes de investigación del cultivo de tomate en invernadero .....	49

### **III MATERIAL Y METODOS .....**

1.13	Localización geográfica de la Comarca Lagunera .....	56
1.14	Localización del experimento .....	56
1.15	Clima .....	56
1.16	Condiciones de invernadero .....	57
1.17	Material composta .....	57
1.18	Materiales inertes .....	58
1.19	Materiales vegetales .....	58

1.20	Diseño experimental.....	59
1.21	Solución nutritiva.....	59
1.22	Siembra y Trasplante.....	60
1.23	Riegos.....	60
1.24	Podas.....	60
1.25	Prácticas culturales.....	61
1.26	Plagas y enfermedades.....	61
1.27	Cosecha.....	62
1.28	Variables evaluadas en tomate.....	62
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>63</b>
1.29	Altura de planta.....	63
1.30	Numero de Nudos.....	65
1.31	Calidad de fruto.....	66
1.31.1	Peso del fruto.....	66
1.31.2	Diámetro polar (DP).....	67
1.31.3	Diámetro ecuatorial (DE).....	68
1.31.4	Grados Brix.....	68
1.31.5	Espesor de pulpa.....	69
1.31.6	Numero de lóbulos.....	70
1.32	Color, forma de fruto y hombros.....	71
1.33	Rendimiento.....	72
1.33.1	Rendimiento total de frutos.....	72
1.34	Número de frutos por planta.....	74

V CONCLUSIONES .....	75
VI RESUMEN .....	76
VII LITERATURA CITADA .....	78
VIII APÉNDICE .....	91

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1</b>	Principales componentes de del fruto del tomate, Chamarro (1999) CELALA 2003.....	5
<b>Cuadro 2.2</b>	Diferencias entre la agricultura orgánica y la convencional.....	17
<b>Cuadro 2.3</b>	Valores nutritivos de la vermicomposta.....	31
<b>Cuadro 2.4</b>	Composición aproximada de algunos materiales utilizables en la elaboración de la composta.....	31
<b>Cuadro 2.5</b>	Composición química de muestras de estiércol de bovino de 23 establos en Texas, U.S.A. (Sweeten,1982) CELALA 2003.....	34
<b>Cuadro 2.6</b>	Materiales que se utilizan para la fabricación de compostas, su relación C/N y su riqueza en Nitrógeno, Fósforo y Potasio (Ruíz, 1999). .....	37
<b>Cuadro 2.7</b>	Factores que influyen sobre el proceso de compostaje.....	42
<b>Cuadro 2.8</b>	Sustancias para el control de plagas y enfermedades de las plantas. FIRA (2003). .....	47
<b>Cuadro 3.1</b>	Composición del análisis químico de la composta.....	58
<b>Cuadro 3.2</b>	Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm). (Zaidan y Avidan, 1997). .....	59
<b>Cuadro 3.3</b>	Solución nutritiva empleada en cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en primavera – verano 2002. CELALA- INIFAP. 2003.....	59
<b>Cuadro 4.1</b>	Variables altura de planta y número de nudos de tomate en invernadero en otoño-primavera del 2005 - 2006 en La Comarca Lagunera CELALA 2006.....	64
<b>Cuadro 4.2</b>	Variables de calidad del fruto de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2005 - 2006 en La Comarca Lagunera CELALA 2006. ....	68

<b>Cuadro 4.3</b>	Forma del fruto de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2005 - 2006 en la Comarca Lagunera CELALA 2006. ....	71
<b>Cuadro 4.4</b>	Rendimiento total y número de Frutos de tomate bajo condiciones de invernadero en 2005-2006 en la Comarca Lagunera CELALA 2006. ....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 4.1</b>	Comportamiento de híbridos de tomate en sustrato orgánico en altura de planta en centímetros a través del tiempo.....	65
<b>Figura 4.2</b>	Formato técnico para evaluar Forma del fruto Fuente: Hazera (1999).....	72

## ÍNDICE DE APÉNDICE

<b>Cuadro A1.</b>	Altura de planta de tomate en sustratos con manejo orgánico en invernadero en otoño-invierno.2005-2006 CELALA 2006.....	92
<b>Cuadro A2.</b>	Análisis de regresión lineal en Altura de planta del genotipo Ivonne de tomate en sustratos con manejo orgánico en invernadero en otoño-invierno.2005-2006 CELALA 2006. ....	92
<b>Cuadro A3.</b>	Análisis de regresión lineal en Altura de planta del genotipo Romina de tomate en sustratos con manejo orgánico en invernadero en otoño-invierno.2005-2006 CELALA 2006.....	92
<b>Cuadro A4.</b>	Número de nudo de planta de tomate en sustratos con manejo orgánico en invernadero en otoño-invierno.2005-2006 CELALA 2006.....	93
<b>Cuadro A5.</b>	Cuadrados medios de Calidad de fruto del cultivo de tomate en sustratos con manejo orgánico bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno. UAAAN-UL 2005 en la Comarca Lagunera.....	93
<b>Cuadro A6.</b>	ANEVA de Forma de fruto del cultivo de tomate en sustratos con manejo orgánico bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno. UAAAN-UL 2005 en la Comarca Lagunera.....	94
<b>Cuadro A7.</b>	Rendimiento de tomate en sustrato con manejo orgánico bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno 2005-2006. CELALA 2006.Altura.....	94
<b>Cuadro A8.</b>	Número de frutos por planta de tomate en sustrato con manejo orgánico bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno 2005-2006. CELALA 2006.....	95

## I INTRODUCCIÓN

El Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), es la hortaliza mas importante. El tomate en fresco se puede encontrar hoy en los grandes mercados en todas las épocas del año. El tomate es el cultivo mas explotado bajo condiciones de invernadero debido principalmente a su alta capacidad de producción y su alto consumo. Su producción potencial, aplicando tecnología de vanguardia para el manejo de invernaderos, podrían rebasar las  $500 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  en dos ciclos esto reportado por (Muñoz, 2003).

En la Comarca Lagunera el cultivo del tomate se realiza durante el ciclo Primavera-verano, en una superficie de 1048 ha con un rendimiento promedio de  $26 \text{ t ha}^{-1}$  con una producción de 27179 ton con un valor de 78513150 es decir 2890 pesos la tonelada (SAGARPA- Región Lagunera, 2006)

En los últimos años la producción de hortalizas ha tenido cambios tecnológicos muy significativos en la aplicación de nuevas técnicas de producción que reducen efectos negativos del medio ambiente como lo son: riego por goteo, acolchados, invernaderos, abonos orgánicos, etc. Estas tecnologías además de elevar los rendimientos, mejoran la eficiencia del agua y nutrientes, reducen la contaminación y favorece la calidad del fruto. La agricultura orgánica viene a cambiar de manera total el enfoque de la agricultura convencional, generando de manera directa un producto con la calidad e inocuidad que demanda el consumidor, mejora y aumenta la fertilidad de los suelos a largo plazo, logrando una cadena de producción completamente orgánica, en este sentido, la aplicación

de abonos orgánicos es una alternativa que debe emplearse en la producción agrícola, dentro de éstos, el uso de la composta en producción de hortalizas orgánicas tiene buenas perspectivas.

La producción de tomate en cielo abierto dejó de ser rentable debido a que la producción sale al mercado en los meses de mayor competencia con otras regiones, provocando un desplome en el precio del producto. La demanda creciente de alimentos y el deterioro del medio ambiente obliga a utilizar técnicas de producción que permitan hacer uso más eficiente y sostenible de los recursos. Una opción para atender esta problemática, es producir en invernadero, el manejo adecuado de la nutrición, a través de la aplicación oportuna de fertilizantes orgánicos, Ante el riesgo de degradar más los recursos naturales, para garantizar el abasto de alimentos, es necesario intensificar la alternativa de hacer producir la tierra que garantice la producción a largo plazo sin el peligro de destruir el ambiente.

## **1.1 Objetivos**

Evaluar el rendimiento y calidad de dos genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero con sustrato arena:composta en la Comarca Lagunera.

## 1.2 Hipótesis

Los genotipos de tomate en invernadero desarrollan buenos rendimientos y aceptable calidad de fruto en sustrato arena-composta con los fertilizantes orgánicos en la Comarca Lagunera.

### Metas

- Determinar el mejor genotipo bajo un manejo orgánico y obtener al menos 200 ton por hectárea con el sustrato orgánico.

## II REVISIÓN DE LITERATURA

### 1.1 Generalidades del tomate

#### 1.1.1 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. Fuera del área mesoamericana el tomate o fue desconocido o simplemente se hizo un consumo incidental de formas espontáneas (probablemente *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* var. *cerasiforme*). Guaman Poma de Ayala citado por Esquinas y Nuez (1999) hace referencia al consumo esporádico de tomate silvestre en el imperio inca.

El lugar donde se produjo la domesticación ha sido controvertido, los nombres de *mala peruviana* o *pomi del Perú* dados a los tomates por algunos botánicos del siglo XVI hicieron suponer a De Candolle, que la planta se había recibido del Perú, donde presumiblemente se habría domesticado. Sin embargo,

estos nombres no parecen tener una base fundada. Hay motivos que inducen a creer que el origen de la domesticación de los tomates está en México ( Esquinas y Nuez, 1999).

### 1.1.2 Valor nutritivo

El fruto en fresco es rico en vitamina C, el poder calórico del tomate es bastante modesto debido a su escaso contenido en materia seca y grasas. En el cuadro 2.1 se dan valores orientativos de los componentes de mayor interés.

**Cuadro 0.1** Principales componentes de del fruto del tomate, Chamarro (1999) CELALA 2003.

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

## 1.2 Generalidades de un invernadero

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

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

### **Ventajas y desventajas**

Dentro de las primeras, se pueden enumerar las siguientes:

1. Precocidad
2. Aumento en el rendimiento
3. Producción fuera de época
4. Ahorro de agua y fertilizantes
5. Control de plagas y enfermedades
6. Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año.

Con respecto a las desventajas, son principalmente:

1. Alta inversión inicial
2. Alto costo de operación
3. Requiere personal ejecutivo de alto nivel de experiencia práctica.

El cultivo en invernadero ha permitido obtener producciones con altos rendimientos, de calidad en cualquier época del año a la vez que permite alargar el ciclo de cultivo (Infoagro, 2002).

### **1.3 Exigencias de clima**

#### **1.3.1 Generalidades**

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto. Según Castilla (1999) y Sade (1998) los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero son los siguientes:

#### **1.3.2 Temperatura**

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30 ° C durante el día y entre 13 y 16 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35 °C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos, y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta.

Sade (1998) en ensayos realizados con plantas de tomate híbrido observó ciertos fenómenos en función de la temperatura bajo la cual se desarrollo la planta:

- A temperaturas medias diarias de 19.5 °C el tallo de la planta alcanza su desarrollo más vigoroso.
- La aparición de hojas se intensifica con temperaturas medias de 15 a 24 °C.
- Las inflorescencias aparecen cuando la temperatura sube por encima de los 15 °C.

A temperaturas excesivas, más de 35 °C, las plantas detienen su crecimiento y su floración, mientras que a temperaturas inferiores, entre 10 °C y 15 °C, originan problemas en el desarrollo y germinación. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C, la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está influenciada por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, valores cercanos a 10° C y superiores a 30° C originan tonalidades amarillentas (Sade, 1998; www. Infoagro, 2002).

La temperatura del sustrato interviene en el crecimiento y absorción de raíces, temperaturas inferiores a 14 °C el crecimiento se inhibe y entre 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, 1999).

Baytorun *et al.* (1999) estudiando el efecto de diferentes temperaturas nocturnas en rendimiento y calidad de plantas de tomate en dos invernaderos de plástico con temperaturas mínimas de 13 °C y 5 °C sin calentar, observaron que a 13 °C se obtuvo una producción dos veces mayor que en 5 °C, con 3.717kg/pt y

1.724 kg/pt, respectivamente y el tamaño de la fruta en las dos condiciones mostraron diferencias significativas. El rendimiento total en invernaderos que fueron calentados fue 24.038 Kg/m<sup>2</sup> y 19.047 Kg/m<sup>2</sup>.

No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los factores climáticos. Las temperaturas asociadas con la falta de humedad, determinan los siguientes fenómenos (Sade, 1998):

- Se intensifica la transpiración, perdiendo la planta su turgencia.
- Comienza por marchitarse el ápice de crecimiento y las hojas jóvenes.
- Los frutos de las plantas maduran de forma anormal y forzada, sin alcanzar la forma, color, tamaño, peso, etc., convenientes, y disminuye la producción.

### **1.3.3 Humedad**

La humedad relativa óptima oscila entre un 70 % y un 80 % (Infoagro. 2002.). La elevada humedad relativas favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. Una baja humedad relativa dificulta la fijación del polen al estigma de la flor. Valores extremos de humedad reducen el cuajado de tomate (Infoagro, 2002).

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

#### 1.3.4 Luminosidad

Una baja luminosidad pueden incidir de forma negativa en los procesos de la floración, fecundación, así como en el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

**Radiación en invernadero.** La radiación solar en parte es absorbida por el suelo, la planta y dentro del invernadero, siendo convertida en energía térmica e irradiada o disipada por convección, conducción y transpiración. La radiación solar dentro del invernadero es menor que en el exterior debido a la reflexión y absorción del material de cerramiento, la transmisividad varia a lo largo del año, al ángulo de incidencia de los rayos y a la acumulación de polvo en la cubierta de los invernaderos (Van de Vooren *et al.*, 1989; Alpi y Toognoni, 1999).

**La radiación en el cultivo del tomate.** Horward (1995) señaló que el tomate es insensible al fotoperíodo. Una iluminación limitada puede inducir en forma negativa sobre los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo. La densidad de plantación, el sistema de poda y el tutorado deben optimizar la intercepción de radiación por el cultivo, especialmente en época invernal cuando la radiación es más limitante, porque la reducción implica una reducción lineal de la cosecha (Cookshull, 1988; Kinet 1977). Una radiación total diaria de  $0.85 \text{ Mj/m}^2$  es la mínima requerida para el cuajado y floración del tomate (Horward, 1995).

Van de Vooren *et al.* (1989) mencionan que el empleo de doble capa permanente de plástico en invernadero, para mejorar las condiciones térmicas durante el invierno, 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 más eficiente (ventanas cenitales) y evitar las prácticas que reducen la radiación y por lo tanto la producción. Con baja iluminación la polinización sería insuficiente y el tamaño del fruto menor.

### **1.3.5 Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

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 más alta que en la atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad lumínica y por lo tanto, el proceso de fotosíntesis, hay una disminución

rápida de CO<sub>2</sub>, que alcanza niveles muy bajos, cercanos a las 200 ppm (Alpi y Tognoni, 1999).

#### **1.4 Elección del genotipo**

Principales criterios de elección: (Diez, 1999)

Características de la variedad comercial: vigor de la planta, tipo de fruto, resistencias a enfermedades y/o plagas.

- Tolerancia factores de clima y salinidad.

Principales tipos de tomate comercializados para explotación en invernadero.

#### **1.5 Producción orgánica de tomate**

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

Gómez *et al.* (1999a) menciona que básicamente los principales problemas de que enfrenta la agricultura orgánica, en México y en algunos lugares del mundo, son la comercialización, las limitantes ambientales, los costos de producción y la insuficiencia de capacitación e investigación; la comercialización debido a la oferta y demanda, en función del suministro constante de producto; las limitantes ambientales, debido a las aspersiones aéreas de agroquímicos en áreas aledañas a las orgánicas, repercutiendo en la contaminación de éstas, así como el agotamiento de los suelos; los costos de producción, debido a que la mayoría de

los productos autorizados son extranjeros y por consiguiente de precio elevado, mientras que la insuficiencia de capacitación e investigación, origina que los productores recurran a técnicos y/o instituciones extranjeras. Aunado a lo anterior las normas establecen un periodos de tres a cinco años para la reconversión de un predio para certificarlo como orgánico, entre otras cosas (NOM.037 FITO, 1995; NOP, 2004; Brentlinger, 2002).

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, 2002; 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 y vargas (2003) una erogación de \$118,000 pesos por concepto de fertilizantes para un ciclo de 10 meses.

Por otro lado, 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).

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; así mismo, y Navejas (2002), señala 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.

Tuzel y Yagmar (2003), mencionan que se obtienen rendimientos de tomate orgánico en invernadero de 59 a 90 ton/ha en otoño, mientras que en primavera se obtuvieron desde 126 a 162 ton/ha

FAO (2002), 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.*, 1999a).

Por otro lado, Calvin y Barrios (2000), mencionan que la etapa ideal para exportar a Estados Unidos, es en invierno, ya que no reciben tomate de ninguna parte del mundo, mientras que internamente solo Florida lo produce, sin satisfacer, generalmente, la demanda interna.

### **1.5.1 Concepto de agricultura orgánica**

La agricultura orgánica es un sistema de producción de alimentos tanto frescos como procesados, derivados de plantas y animales, que evita el uso de productos de síntesis química, como fertilizantes, insecticidas, herbicidas, hormonas, reguladores de crecimiento en plantas y animales, así como edulcorantes y conservadores sintéticos en los productos transformados, que puedan causar contaminación de alimentos o del ecosistema (Ruiz, 1999, Ruiz, 1998).

Según la FAO (2002) "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."

Gómez *et al.* (1999a) refieren que la agricultura orgánica es un sistema de producción sustentable que integra los aspectos humanos, económicos y del medio ambiente, y maximiza la calidad de los productos agrícolas y de los recursos renovables; así como el manejo de los procesos biológicos y sus interacciones.

Revista Agro Red (2002). La agricultura orgánica se caracteriza por estar libre de agroquímicos y de cultivarse bajo un sistema de insumos naturales y prácticas que protegen el medio ambiente, lo que le permite obtener productos libres de residuos tóxicos.

Las razones del acelerado crecimiento orgánico mundial parten de sus bases firmes tales como: a) ahorro de energía fósil, b) ahorro de agua, c) disminución drástica de la contaminación del suelo, agua y atmósfera, d) mayor rentabilidad de la inversión, e) proporciona un medio sano para el trabajador del campo, f) produce alimentos y otros bienes no contaminados para los consumidores (Claverán, 1996).

**Cuadro 0.2** Diferencias entre la agricultura orgánica y la convencional

<b>Agricultura Orgánica</b>	<b>Agricultura Convencional</b>
Manejo versátil de producción de alimentos ajustado a las condiciones del productor	Paquete y tecnológico rígido derivado de la revolución verde
Manejo integral y holístico de los recursos naturales Agua-suelo-planta-animal-medio ambiente-hombre	Especialización por cultivo
Prohibición de agroquímicos sintéticos y reguladores de crecimiento	Fuerte contaminación por agroquímicos Agua-suelo-planta-salud humana
Combinación de conocimientos científicos modernos con los tradicionales	Eventualmente ingeniería genética y biotecnológica y biotecnología sofisticadas
Normas estrictas de producción y certificación del sistema de producción, que garantizan a los consumidores la	Certificación del producto

autenticidad de los productos	
Dos orientaciones: Autosuficiencia alimentaria Conservación ambiental sostenible	Producción directa para la exportación: Criterio productivista
Manejo adecuado del bosque y sustratos inferiores Alternativa para la agricultura de montaña	Después de aplicar durante 4 décadas el modelo: -No autosuficiencia alimentaria -Contaminación de suelos y aguas -Erosión del suelo -Abandono de tierras por improductivas

Fuente: FIRA. 2003. Boletín informativo.

### 1.5.2 Fertilización orgánica

Uno de los aspectos fundamentales de la agricultura orgánica es el relativo al concepto del suelo y su fertilidad, es decir, aquí al suelo se le considera como un sistema biológico que tiene y genera vida por acción de los microorganismos presentes en la importante función de la materia orgánica, contribuyendo de manera decisiva en su fertilidad. Un abono en general se considera aquel material que se aplica al suelo y estimula el crecimiento de las plantas de manera indirecta, a través del mejoramiento de 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 (Chaney et al., 1992).

Desde el punto de vista agrícola, la fertilidad del suelo se ve menguada por la pérdida de la materia orgánica por procesos de oxidación, por la alta tasa de extracción de nutrientes por las plantas cultivadas y por la lixiviación o lavado de bases por altas precipitaciones ocasionando incrementos de acidez del suelo y en

ocasiones efectos tóxicos debido a la alteración o desequilibrio de los componentes químicos del suelo. En este sentido, esta pérdida de la fertilidad puede ser restituida por la adición de materia orgánica.

Los materiales orgánicos pueden mejorar la fertilidad de los suelos de diferentes maneras: a) proporcionando a las plantas elementos nutritivos, b) modificando las condiciones físicas del suelo, c) aumentando la actividad microbiológica para un mayor aporte de energía y d) protegiendo a los cultivos de un exceso temporal de sales minerales o de sustancias tóxicas, gracias a su fuerte capacidad de absorción (Ruiz, 1996).

FIRA (2003) el mejoramiento de la fertilidad del suelo es consecuencia de un mejoramiento físico (estructura), químico (materia orgánica, nutrientes) y biológico (micro y macroorganismos) de las condiciones del suelo. La fertilización en la agricultura orgánica debe cumplir tres aspectos:

Mejorar la fertilidad del suelo, economizar los recursos no renovables y no introducir elementos contaminantes en los agrosistemas; de ahí que se desprenden los siguientes principios: Evitar la pérdida de elementos solubles, utilizar las leguminosas como fuente de nitrógeno, no emplear productos obtenidos por vía de síntesis química, tomar en cuenta micro y macroorganismos del suelo y luchar contra la degradación física, química y biológica del suelo. La fertilización orgánica mediante el uso de residuos de cosechas, compostas, estiércoles, abonos verdes, polvo de rocas y subproductos de animales, tiene como objetivo

aprovechar los ciclos naturales de los nutrientes en favor de la actividad biológica y la estructura del suelo.

Las técnicas más apropiadas de fertilización son: abonos orgánicos, abonos verdes; fijación natural de nutrientes por medio de plantas como: leguminosas, plátano, manzanilla, mostaza y otras; abonos foliares de origen natural tales como: fermentados de estiércol de ganado, gallinaza, hormigas y/o compuestos vegetales; compuestos biodinámicos en general; incorporación de materia orgánica en general; rotación de cultivos, vegetación secundaria natural y/o cultivos forestales. Técnicas que favorecen el uso del flujo energético natural sin generar residuos tóxicos y contaminantes, y que además mejoran el suelo para lograr mejores rendimientos y decrementos en los costos por la reducción de insumos.

De ser posible todo el material de origen animal (estiércol, gallinaza, orines y subproductos) deben provenir de animales criados orgánicamente. Si no fuese así, es obligatorio su compostaje completo. Toda unidad de producción debe intentar el autoabastecimiento de nitrógeno y de otros nutrientes necesarios para su producción agropecuaria (FIRA, 2003).

En la certificación se verificará tanto el origen de los materiales exógenos aplicados para la fertilización, como los esfuerzos para llegar a la autosuficiencia de nutrientes en la unidad de producción. Los estiércoles exógenos a la unidad de producción sólo podrán aplicarse habiendo sido previamente compostados y

después de haberse realizado un análisis sobre residuos de pesticidas y antibióticos en caso de sospechar su presencia.

Queda prohibido el uso de purines y estiércoles en estado fresco (FIRA,2003).

Otros productos permitidos en el compostaje son: desechos de cocina, de restaurantes o industrias alimentarias (previa comprobación de no estar contaminados); productos de madera( siempre y cuando no estén tratados con químicos de síntesis); hojarasca, cultivos de monte y otros productos forestales naturales, obtenidos de manera sostenible; composta de lodos provenientes de biodigestores industriales (siempre y cuando estén libres de contaminantes tóxicos), y cualquier fuente natural de materia orgánica, libre de contaminantes tóxicos y producida bajo condiciones que protejan al ambiente y los recursos naturales (Quintero, 1999).

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.

Los fertilizantes orgánicos también conocidos como abonos orgánicos son aquellos materiales derivados de la descomposición biológica de residuos de cultivos, deyecciones y estiércoles animales, de árboles y arbustos, pastos, basura y desechos industriales; su aplicación en forma y dosis adecuadas mejoran las

propiedades y características físicas, químicas y biológicas del suelo, es la forma más natural de fertilizar al suelo (Ruíz, 1999a).

Las principales ventajas con el uso de fertilizantes orgánicos, están las siguientes:

- Favorecen la fertilidad del suelo
- Mejoran las propiedades físicas (estructura, retención de humedad, densidad aparente), químicas (aporte de nutrientes, capacidad de intercambio catiónico, pH) y biológicas (micro y macrofauna del suelo).
- Evitan la formación de costras superficiales.
- Mejoran las condiciones organolépticas de las cosechas.
- Los cultivos son menos vulnerables a plagas y enfermedades.
- Aporte muy reducido de nitratos y menos contaminación a los acuíferos.
- Los nutrientes son liberados lentamente, lo que evita su pérdida por lixiviación.
- Bajos costos.

Son aceptados los fertilizantes y mejoradores orgánicos, así como algunos fertilizantes minerales poco solubles y un número muy reducido de productos químicos. A continuación se indican a título de ejemplo los productos admitidos para la fertilización y mejoramiento de suelos (Ruíz, 1995).

### **1.5.3 Propiedades de los fertilizantes orgánicos**

Cervantes (2004) menciona, que los fertilizantes orgánicos o abonos orgánicos tienen propiedades, que ejercen determinados efectos sobre el suelo,

que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

#### **A. Propiedades físicas**

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- Mejoran la permeabilidad del suelo.
- Disminuyen la erosión del suelo.
- Aumentan la retención de agua en el suelo.

#### **B. Propiedades químicas**

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentan la fertilidad.

#### **C. Propiedades biológicas**

- Favorecen la aireación y oxigenación del suelo.
- Constituyen una fuente de energía para los microorganismos.

#### **D. Ventajas de los fertilizantes orgánicos**

- Favorecen la fertilidad del suelo
- Mejoran las propiedades físicas (estructura, retención de humedad, densidad aparente), químicas (aporte de nutrientes, capacidad de intercambio catiónico, pH) y biológicas (micro y macrofauna del suelo).

- Evitan la formación de costras superficiales.
- Mejoran las condiciones organolépticas de las cosechas.
- Los cultivos son menos vulnerables a plagas y enfermedades.
- Aporte muy reducido de nitratos y menos contaminación a los acuíferos.
- Los nutrientes son liberados lentamente, lo que evita su pérdida por lixiviación.
- Bajos costos.

#### 1.6 Productos destinados a la fertilización y mejoramiento del suelo

La agricultura orgánica utiliza la energía natural y el reciclado de los desechos agrícolas, pecuarios y forestales, así como las basuras urbanas e industriales y mediante un composteo biológico (normal o lombricomposteo) se produce humus rico en nutrientes regresándolo al suelo para que de ahí se nutran los cultivos seleccionados. Se pueden producir biofertilizantes naturales ricos en Rhizobium, micorrizas y otros microorganismos que contribuyan a la fertilidad natural del suelo. Algunos productos destinados a la fertilización y mejoramiento del suelo son:

- Estiércoles y deyecciones de animales (Ej.: vacuno, ovino, cunícola, porcino, murciélagos, avícola y carprino).
- Residuos agrícolas (maíz, trigo, avena, cebada, frijol, café, etc.).
- Residuos de la industria azucarera (cachaza, bagazo de caña).
- Turba
- Composta de desecho en el cultivo de hongos comestibles y lombrices
- Composta de desechos orgánicos domésticos.

- Composta de residuos vegetales
- Subproductos provenientes de rastros (harina de carne, harina de hueso, harina de sangre, harina de plumas) y de la industria del pescado (harina de pescado).
- Subproductos orgánicos de la industria alimentaria y de la textil.
- Algas y productos de algas.
- Residuos forestales (corteza de árboles, viruta de madera, aserrín y cenizas).
- Abonos verdes
- Biofertilizantes (Micorrizas y Rhizobium)
- Residuos de pastos y jardines
- Mulches
- Roca fosfórica natural.
- Sulfato de magnesio.
- Azufre.
- Sulfato de potasio.
- Yeso

### **1.7 Substratos de importancia para el desarrollo vegetal**

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

Actualmente los aspectos relacionados con la conservación del medio ambiente han quedado marcados en los sustratos. Muchos ecologistas han hecho hincapié en este tema ya que muchos provienen de yacimientos naturales por lo que se está terminando mantos protegidos con reservas naturales por lo que se está determinando exigir por no al uso de este tipo de sustratos como una demanda a la protección ambiental, aspectos como este ha sido motivo para buscar alternativas rentables sin dañar al medio ambiente, una de ellas es la utilización de lombrices como material biológico para producir vermicomposta. (Zarate 2002).

### **1.7.1 Características de los sustratos**

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

#### **A. Características físicas**

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

#### **B. Propiedades Químicas.**

- Capacidad de Intercambio Cationico
- pH
- Capacidad buffer

- Elementos Tóxicos

### **C. Propiedades Biológicas**

- Contenido de Materia Orgánica
- Relación Carbón-Nitrógeno

#### **1.7.2 Clasificación de sustratos**

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

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

#### **1.7.3 Sustratos orgánicos**

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

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

Según (Melgarejo, R., M. y I. Ballesteros M. 1997.) el uso de abonos orgánicos en terrenos cultivados se remonta casi al nacimiento mismo de la agricultura y presentan ciertas ventajas:

- Mayor efecto residual, por su lenta liberación.
- Aumento en la capacidad de retención de humedad: a través de su estructura granular, la porosidad y la densidad aparente.
- Formación de complejos orgánicos, con los nutrientes manteniendo a estos en forma aprovechable para las plantas.
- Menor formación de costras y terrones.

## 1.8 Vermicomposta o humus de lombriz

La vermicomposta es el producto de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica al pasar por el intestino de las lombrices de tierra ( Edwards *et al.* 1992) es un producto de color oscuro, uniforme, inodoro, suelto, suave cuya granulometría se asemeja al café molido y que presenta propiedades físicas, químicas y biológicas completamente distintas a la materia prima original ( Martínez, 1996). La vermicomposta es un fertilizante orgánico natural, que se genera en el aparato digestivo de la lombriz. Este compuesto, en términos generales presenta, entre otras, las siguientes características (Bravo – Varas, 1996; Jensen, 1997; Riggle, 1998; Subler y Metzgel, 1998 ; de Sanzo y Ravera, 1999 )

- a) Material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo de bosque.
- b) Es limpia, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o su putrefacción.
- c) Contiene una gran carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos y facilita su asimilación por las raíces.
- d) Su presencia en el suelo impide que los elementos nutritivos sean lixiviados manteniéndolos disponibles para las especies vegetales.
- e) Favorece la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas.
- f) Durante el transplante previene enfermedades y evita el choque por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad.

- g) Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas, controla las plagas, enfermedades y los organismos patógenos.
- h) Se puede utilizar sin inconveniente en estado natural y se encuentra libre de nematodos.
- i) Aporta elementos nutritivos esenciales para el desarrollo de las especies vegetales como: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, etc., liberándolos en forma paulatina, e interviene en la fertilidad de el suelo debido a que incrementa la superficie activa de las partículas minerales.
- j) Mejora las características estructurales del terreno, desligando los suelos arcillosos y agregando los suelos arenosos.
- k) Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos agrícolas.
- l) Con un pH prácticamente neutro, con valores que oscilan entre 6.8 y 7.2 características que le permiten ser aplicadas aún en contacto directo con las semillas.

Riggle (1998), establece que el crecimiento de las plantas fue igual o mejor cuando se utiliza Vermicomposta como parte del sustrato. Subler *et al.* (1998) y de Atiyeh *et al.* (2000) mencionan que la aplicación de pequeñas cantidades de Vermicomposta, mezcladas con sustratos estándares y de alta calidad de crecimiento, provoca un incremento significativo en el desarrollo de las plantas.

**Cuadro 0.3** Valores nutritivos de la vermicomposta

Humedad.	30 – 60 %
PH	6.8 – 7.2 %
Nitrógeno	1 – 2.6 %
Fósforo	2 – 8 %
Potasio	1- 2.5 %
Calcio.	2- 8 %
Magnesio	1- 2.5 %
Materia Orgánica	30 – 70 %
Carbono orgánico	14 – 30 %
Ácido fúlvicos	2.8 – 5.8 %
Ácido húmico-fúlvico	1.5 – 3 %
Sodio	0.02 %
Cobre	0.05 %
Hierro	0.02 %
Manganeso.	0.006 %

Fuente: De Sanzo y Ravera, 1999

**Cuadro 0.4** Composición aproximada de algunos materiales utilizables en la elaboración de la composta.

<b>Material</b>	<b>% Nitrógeno (peso seco)</b>	<b>Relación c/n</b>
Orina	15-18	0.8
Sangre seca	10-14	3
Lodos activados	5-6	6
Huesos molidos	2-4	8
Hojas frescas	0.5-1.0	40-80
Abono verde	3-5	10-15
Desecho urbano (% alto de materiales verdes)	2-3	10-16
Cáscara de café	1.0-2.5	8
	2.0-2.5	20
Lirio acuático	0.5-1.5	30-80
Desecho urbano (% alto de papel)	0.6-0.7	70-80
Pajas y tallos	0.1	500
Aserrín		

Fuente: Dalzell, H.P. 1991.

### 1.8.1 Ventajas de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos muestran sobre los químicos las siguientes ventajas (Núñez, 1981).

- a) Mayor efecto residual.
- b) Aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo a través de su efecto sobre la estructura (granulación y estabilidad de agregados la porosidad y la densidad aparente.
- c) Formación de complejos orgánicos con los nutrientes manteniendo a éstos en forma aprovechable para las plantas.
- d) Reducción de la erosión de los suelos, al aumentar la resistencia de los agregados a la dispersión por el impacto de las gotas de lluvia y al reducir el escurrimiento superficial.
- e) Elevación de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, protegiendo los nutrientes de la lixiviación.
- f) Liberación de  $\text{CO}_2$  que proporciona la solubilización de nutrientes.
- g) Abastecimiento de carbono orgánico, como fuente de energía a la flora microbiana heterótrofa.

Además Zavaleta (1998) señala lo siguiente para los modificadores orgánicos.

- a) mejora la aireación del suelo.
- b) Proporciona al suelo partículas coloidales capaces de retener e intercambiar nutrientes.
- c) Amortigua los cambios de pH.

- d) Ayuda a la nutrición de microelementos de la planta a través de reacciones de quelación.
- e) Afecta la formación de complejos metal- orgánicos estabilizando los micronutrientes en el suelo.
- f) Mantiene una población microbiana grande y variada, que favorece el control biológico.

Aunque se presentan estas ventajas, Cruz (1996) menciona que cuando el abono no tiene un procesamiento adecuado, su utilización puede traer efectos nocivos tales como:

- a) Fijación de amonio, zinc y cobre.
- b) Proliferación de malas hierbas.
- c) Producción de inhibidores de crecimiento de las plantas.
- d) Infestación de plagas y enfermedades.

También se han registrado problemas de fototoxicidad, lixiviación de nitratos y contaminación de mantos acuíferos, debido a mal manejo de fuentes orgánicas incorporadas al suelo (Lynch, 1982; Maynard 1993).

### **1.9 El estiércol como fuente de materia orgánica**

Stewart (1982) citado por Noriega (1998) mencionan que los estiércoles son los productos de desechos de los animales: bovinos, cerdos, conejos, borregos y aves, los cuales constan de una masa heterogénea de compuestos orgánicos en diversos estados de descomposición, donde algunos se descomponen con rapidez, mientras que otros este producto es lento; así pasan a formar el humus. Por su parte Stewart(1982).Comenta que estos materiales principalmente son

adicionados al suelo directamente o bien mediante un proceso previo como es el composteo.

Pratt (1982), señala en comparación con los fertilizantes químicos, los estiércoles son materiales de baja densidad y de relativamente bajo contenido de nutrientes; no obstante el estiércol tiene una relación C/N baja, así y el Carbono y el Nitrógeno son relativamente disponibles, esto se debe al alto contenido de componentes celulósicos (Linch, 1982). En el cuadro 2.5 se muestra el contenido de nutrimentos del estiércol de bovino.

Cuadro 0.5 Composición química de muestras de estiércol de bovino de 23 establos en Texas, U.S.A. (Sweeten, 1982) CELALA 2003.

Determinación	Rango % en base a peso húmedo.	Promedio % en base a peso húmedo	Contenido en base a peso seco	Promedio kg/ha
Nitrógeno	1.16-1.9	1.34	2.05	20.5
Fósforo	0.74 – 1.96	1.22	1.86	18.5
Potasio	0.9-2.82	1.80	2.75	27.5
Calcio	0.81-1.75	1.30	1.98	20.0
Magnesio	0.32-0.66	0.50	0.76	7.5
Fierro	0.09-0.55	0.21	0.32	3.0
Zinc	0.005-0.1112	0.009	0.004	0.15
Sodio	0.29-1.43	0.74	1.13	11.5
humedad	20.9-54.5	34.5	0.0	-----

### 1.10 Composta

La palabra COMPOSTA proviene del latín *componere*, que significa mezclar.

La composta es una biomasa digerida.

El compostaje, ha sido empleado por los agricultores desde hace siglos, como un medio de aporte complementario de suplemento orgánico baratos, de buena calidad y fácilmente accesible para sus tierras. En la actualidad, son minorías los agricultores que todavía realizan esta práctica, sin embargo ha crecido el compostaje industrial fundamentalmente de residuos sólidos urbanos orgánicos, con el fin de recuperar la materia orgánica que deseamos con grandes costos económicos y ecológicos ( De Sanzo y Ravera. 1999).

El compostaje es el proceso biológico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia biodegradable, permitiendo obtener compost. La composta es un material para el suelo que mejora la estructura, ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas. El proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno (Ruíz, 1999).

El término composta se usa para denominar a todos los residuos orgánicos que han sufrido un proceso de degradación parcial o humificación. (Miller, 1993), los términos vermicomposteo y vermicomposta se refiere al proceso en el cual los materiales orgánicos son degradados por lombrices y al producto de este proceso, respectivamente (Subba rao et al., 1993). La actividad de las lombrices permite mejorar las características de una composta producida por métodos tradicionales (Allievi et al., 1987)

### 1.10.1 Método de composteo

El método más común para producir composta consiste en la acumulación de basuras, residuos vegetales, estiércol, hojarasca y residuos industriales de origen orgánico, en forma separada o bien mezclados, formando pilas o montones en lugares dedicados para este propósito, ya sea directamente sobre el suelo o en plataformas especialmente diseñadas para este fin, o bien, en fosas construidas para contener el material depositado hasta que este listo para su uso (Cruz 1986).

Con el composteo, se buscan los siguientes objetivos:

- a) Supresión de olores desagradables.
- b) Mejora de las condiciones higiénicas de los residuos.
- c) Reducción de la capacidad de germinación de las semillas de maleza incorporadas en los residuos.
- d) Mejora y mantenimiento del valor fertilizante.
- e) Incremento de las poblaciones microbianas benéficas.
- f) Incremento de la actividad biológica del suelo.
- g) Mínimas pérdidas de nutrientes durante su aplicación.
- h) Reducción de costos, minimización de gastos para el agricultor.

Como en todo ecosistema, este microcosmo o pequeñísimo ecosistema está constituido por componentes bióticos y abióticos ( Odum, 1972;). Sus componentes bióticos son los macroorganismos (bacterias, actinomiceto, hongos, etc.) y las lombrices de tierra que realizan la conversión de los

componentes bióticos. Otros componentes abióticos es la energía liberada de las interacciones entre organismos y materiales orgánicos. Los componentes bióticos actúan recíprocamente con los abióticos, de tal manera que los residuos orgánicos son convertidos por la actividad microbiana a sustancias inorgánicas (mineralización) o humus (humificación) y energía con la que además puede sintetizarse nueva biomasa microbiana (inmovilización o asimilación).

Los procesos de mineralización, humificación e inmovilización ocurren en forma simultánea, en función de la composición química (relación C:N) y complejidad estructural (contenido de compuestos aromáticos y formas polimerizadas) de los residuos orgánicos.

Cuadro 0.6 Materiales que se utilizan para la fabricación de compostas, su relación C/N y su riqueza en Nitrógeno, Fósforo y Potasio (Ruíz, 1999).

<b>Materiales frecuentes utilizados en la elaboración de compostas</b>				
<b>Material</b>	<b>Relación C/N</b>	<b>Composición en %</b>		
		<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
Paja de gramíneas	80:1	20-26	5-11	25-35
Paja de leguminosas	12-24:1	45-60	10-15	35-45
Hojas	50:1	16	7	3
Aserrín	300-500:1	1	0.2	1
Paja	75-150:1	12-20	3-6	20-30
Estiércol vaca con paja	15-25:1	6	1.5	5
Algas	19:1	1.5	0.75	5

## 1.10.2 Mineralización

En la mineralización, los componentes de fácil descomposición presentes en los materiales orgánicos son biodegradados hasta sustancias minerales, debido a la actividad enzimática de microorganismos heterotróficos. Las células de animales, vegetales y microorganismos y sus productos de excreción están sujetos al efecto degradador microbiano. Ejemplo de compuestos que pueden mineralizarse son ácidos orgánicos, polisacáridos, ligninas, hidrocarburos aromáticos y alifáticos, azúcares, alcoholes, aminoácidos, purinas, pirimidinas, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos (Alexander, 1980).

Los polisacáridos y otros polímeros insolubles son hidrolizados a compuestos solubles simples, los cuales siguen una secuencia metabólica bajo una misma ruta bioquímica general, a pesar de proceder de compuestos con diferentes propiedades físicas y químicas. Moléculas tan diferentes como celulosa, hemicelulosa, proteínas, pectina, almidón, quitina e hidrocarburos aromáticos presentan diferentes etapas iniciales de degradación, ya que los compuestos originales se transforman a intermediarios comunes como azúcares simples, ácidos orgánicos; pero una vez formado éstos, las etapas finales son similares, puesto que hay una unidad fundamental en las relaciones metabólicas y su mineralización da origen a  $\text{CO}_2$  ( Alexander, 1980)

La velocidad de mineralización de material orgánico depende de su composición química y de las condiciones físicas y químicas del medio circundante, por ejemplo temperatura, concentración de  $\text{O}_2$ , pH, contenido de

humedad y de nutrimentos inorgánicos, relación C:N así como contenido de lignina y de grupos funcionales complejos.

La temperatura es una de las condiciones ambientales más importantes que define la velocidad de descomposición de un material orgánico, puesto que determina la composición de las comunidades microbianas así como la velocidad metabólica de cada célula microbiana. El metabolismo microbiano y por ende la mineralización del carbono son menores a temperaturas bajas ( $5^{\circ}\text{C}$ ), la degradación del material orgánico se incrementa conforme se eleva la temperatura hasta alcanzar un máximo, y lo anterior debido a que cada especie individual y la comunidad microbiana, como un todo, tiene una temperatura óptima. No es posible definir una temperatura óptima universal debido a que la proporción y descomposición química de los materiales orgánicos susceptibles de localización en la localidad (Alexander, 1980)

Naturalmente que el tipo de material compostado afecta el tiempo de maduración. Los materiales muy fibrosos tardan más tiempo en ser transformados que los desechos hojosos y suaves. La temperatura también afecta la velocidad de fermentación de un modo marcado, por lo que durante la temporada de frío se puede recurrir a cobijar la composta con sacos de ixtle o lona para mantener una buena velocidad de transformación (Aguirre, 1994).

El contenido de  $\text{O}_2$  influye la velocidad de degradación de los materiales orgánicos en forma directamente proporcional. Cuando el suministro de  $\text{O}_2$  disminuye, la velocidad de degradación también lo hace. Otro factor

importante es la humedad, todas las relaciones metabólicas se realizan en medio acuoso pero el agua debe estar en un nivel óptimo: niveles altos de humedad reducen la actividad microbiana debido a que se obstaculiza la difusión de gases, especialmente  $O_2$ , mientras que en niveles bajos el agua es el factor limitante de la mineralización..

El pH también modifica la actividad y composición de las comunidades microbianas. Cada organismo tiene un intervalo de pH óptimo para su crecimiento, fuera del cual su proliferación se reduce o anula. En adición, el pH regula la actividad enzimática: las enzimas poseen un intervalo de pH óptimo para expresar su actividad.

El nitrógeno es el más importante de los nutrientes inorgánicos, su presencia es indispensable para el crecimiento de los organismos y por ende de la degradación de materiales orgánicos. Si el material es pobre en nitrógeno, la velocidad de mineralización es lenta y ésta puede incrementarse si se adiciona el elemento o se fija por actividad microbiana. El contenido de compuestos con estructura química compleja como lignina y otros polímeros determinan la velocidad de degradación. Los materiales ricos en estos compuestos o con una amplia relación C:N tardan más en mineralizarse y son más susceptibles de ser humificados que otros materiales de menor relación C:N y complejidad estructural. La composta de buena calidad al final del proceso de composteo por lo general tienen un pH básico, una relación C/N de 10 a 20:1 y una concentración suficiente de sulfatos (Arias, 2000).

### 1.10.3 Humificación

Compuestos orgánicos de mayor complejidad química y relación C:N son biotransformados mediante humificación a polímeros de estructuras químicas compleja y poco conocida, son denominados sustancias húmicas, de alto peso molecular (500 a > 250000 D), contienen cantidades significativas de nitrógeno, son de color amarillo a café y poseen grupos funcionales ácidos. Las sustancias húmicas están ampliamente distribuidos sobre la superficie del planeta, se encuentra en suelos, aguas dulces y en el mar. Contribuye de 70 a 80 % de la materia orgánica del suelo (Schulten 1994).

La formación de sustancias húmicas es un proceso cometabólico, esto se produce en forma simultánea durante la mineralización de otros compuestos presentes en los materiales orgánicos. Mediante reacciones, al azar, de desmetilación, desmetoxilación y de ruptura de anillos aromáticos, se forma radicales libres en los extremos de compuestos de alta complejidad estructural, lo cual permite que estos últimos polimericen entre si y den origen a las sustancias húmicas, compuestos con mayor estabilidad que sus precursores (Haider, 1994). La formación de polímeros es espontánea, incluso los óxidos de Mn (IV) y Fe(III) puede catalizar la polimerización de compuestos fenólicos y formar ácidos húmicos en forma abiótica (SHINDO, 1994). La velocidad de humificación es mayor en condiciones aerobias (Haider, 1994)

Las sustancias húmicas, de acuerdo con su solubilidad, se clasifican en tres grandes grupos: ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, y humina, en orden creciente de complejidad ( Paul y Clark, 1989).

#### 1.10.4 Inmovilización

Parte de la energía y nutrientes liberados en reacciones de biotransformación mencionadas con anterioridad, se usa para la biosíntesis de nuevos compuestos que forman parte de la estructura y metabolismo de nuevas células microbianas. A través de la inmovilización o asimilación, se consume los nutrientes necesarios para satisfacer las demandas de los microorganismos, incluida su reproducción (Alexander, 1980).

Bajo condiciones aeróbicas, solo de 20 a 40 % de carbono orgánico se asimila, el resto se mineraliza a  $\text{CO}_2$  o se humifica lentamente, en función de la composición química de los materiales orgánicos y de la eficiencia de las poblaciones microbianas presentes. La eficiencia es la proporción de carbono celular formado entre la cantidad de carbono consumido, expresado como porcentaje. Los hongos y actinomicetos son más eficientes que las bacterias aerobias y estas son más eficientes que las anaerobias, ya que respectivamente, incorporan 30 – 40 %, y 2-5 % del carbono orgánico a nuevas células (Alexander, 1980).

Cuadro 0.7 Factores que influyen sobre el proceso de compostaje.

En relación con	Factores influyentes.
El sustrato	Naturaleza del sustrato. Según sea agrícola, ganadero, forestal, urbano, industrial, etc. La importancia de su origen está en relación directa con las peculiaridades características físicas y químicas. Tamaño de las partículas: El tamaño ideal es de 1 a 5 cm. A menor tamaño, mayor facilidad para el ataque microbiano y mayor velocidad de transformación. Los residuos líquidos o semilíquidos deben mezclarse con materiales que les aporten mayor porosidad.

En relación con	Factores influyentes.
	<p>Composición de los materiales: además del carbono y el nitrógeno otros macro nutrientes como el fósforo y la mayoría de los micro nutrientes son esenciales para la síntesis de enzimas y el metabolismo microbiano. Tan importante como su cantidad en su equilibrada proporción.</p>
El proceso	<p>Temperatura: La temperatura del montón varía de función de la actividad microbiana, dividiéndose el proceso en fases: mesófila, termófila, de enfriamiento y maduración. El calentamiento inicial no debe sobrepasar 60-70 °C.</p> <p>pH: al igual que la temperatura es un indicador del buen funcionamiento del proceso. el valor óptimo está comprendido entre 5 y 8 . las bacterias prefieren un pH cercano al neutro y los hongos toleran el pH ácido.</p> <p>Aireación: Un exceso de ventilación puede provocar el enfriamiento de la masa y el retardo del proceso de compostaje. Poco oxígeno- menos del 20% provoca condiciones anaerobias y producción de H<sub>2</sub>S y otros productos intermedios fitotoxicos. Entre el 28 y el 55 % de O<sub>2</sub> en el medio esta el máximo de actividad microbiana.</p> <p>Humedad: la humedad debe ser adecuada durante la etapa de descomposición, actividad preferentemente bacteriana- mayor del 35 al 40 % ; en la etapa de estabilización, actividad preferente de actinomicetes y hongos, la humedad requerida es menor. si la humedad es escasa, disminuye la actividad microbiana. la optima esta situada entre el 30 y el 60 %.</p> <p>Relación C:N: los microorganismos requieren 30 partes de carbono por 1 de nitrógeno 30/1, estando el optimo entre 26 y 35. si la relación es inferior (mayor contenido de nitrógeno) se producen perdidas del mismo en forma amoniacal, si es mayor el proceso se ralentiza. si se utilizan lodos la relación óptima es entre 15 y 20.</p>
El sistema	<p>Sistemas abiertos: Los montones de compost " pilas" se sitúa al aire, pudiendo realizarse con pilas de compost estáticas con aireación forzada, pilas de compost con volteos periódicos o bien pilas de compost con ventilación forzada y volteo periódicos.</p> <p>Sistemas cerrados. En aparatos especiales para fermentar denominados "reactores" bien verticales o bien horizontales. ( estos últimos no se consideran verdaderos compostadores sino bioestabilizadores).</p>

## 1.11 Substancias permitidas para la producción de alimentos orgánicos

### 1.11.1 Insecticidas de origen vegetal

La humanidad ha utilizado productos de las plantas para el control de insectos por varios siglos. Los insecticidas botánicos son productos derivados de vegetales, es decir, que no son sintetizados químicamente, sino que mediante ciertos procedimientos son extraídos de las plantas. Dentro de este grupo se tienen las piretrinas y alcaloides, entre otros (Van emden, 1965).

#### A. Piretrinas

El piretro es el nombre común de las flores de un tipo de crisantemo y sus ingredientes activos en insectos son denominados con el nombre genérico de piretrinas. Estas se han utilizado como insecticidas de contacto desde la antigüedad.

Las piretrinas son las más ampliamente activas de la clase de insecticidas naturales. Como productos naturales fueron los primeros de uso generalizado. El piretro debe su importancia a la notable rápida acción de derribo (unos cuantos segundos) que tiene sobre insectos voladores, aunado a la muy baja toxicidad para los mamíferos debido a su rápido metabolismo. Todas las piretrinas se obtienen de las cabezas florales del crisantemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) por medio de la extracción con querosena o dicloruro de etileno y el extracto se

concentra por destilación al vacío. La piretrina es un compuesto ampliamente utilizado en diversas especies de insectos.

## **B. Tetra-nor-tri-terpenoides**

El árbol de neem o margosa (*Azadirachta indica*), es originario de la India y es la fuente de azadiractin y otros limonoides. Este árbol es un miembro de las caobas por pertenecer a la familia de las meliaceas. El azadiractin es considerado el principio activo más importante en las almendras de las semillas del neem. El azadiractin es un tetranortriterpenoide, insecticida para el control de insectos plaga de importancia económica, ya que muestra un potencial insecticida comparable a la de los más potentes productos sintéticos convencionales. Además de su especificidad (con efectos en el comportamiento, desarrollo y procesos bioquímicos peculiares en los insectos), no es mutagénico, es biodegradable y con actividad sistémica en las plantas, ya que es absorbido por hojas y raíz.

Se ha determinado que los materiales del neem pueden afectar más de 200 especies de insectos, así como garrapatas, hongos, bacterias y algunos virus.

Dentro de las plagas en que se ha probado su acción, se encuentran los escarabajos mexicanos del frijol, de las papas de Colorado, langostas, chapulines, gusanos del tabaco, minadores de hoja, plagas de algodón, café y arroz, pulgones del melón y de la col, barrenador del fruto del café, gusano alfiler del jitomate, minador de los cítricos, palomilla dorso diamante, gusano cogollero, falso medidor, entre otros (Lagunes y Rodríguez, 1996).

Los tetranortriterpenoides (limonoides) son considerados entre los más promisorios insecticidas derivados de plantas. El azadiractin tiene efectos variados sobre los insectos, entre los que se cuentan: disuación en la alimentación y de la oviposición, inhibición del crecimiento y la muda, atenuador de la fertilidad y la fecundidad y modificación de la conducta de varias especies de plagas tanto en cultivos como en granos almacenados.

### **C. Alcaloides**

Los alcaloides son compuestos alcalinos que contienen nitrógeno y sus sales cuaternarias son considerados como alcaloides.

La clase de alcaloides más importantes para el control de insectos han sido los nicotinoides. Estos compuestos se han utilizado en forma de extractos de tabaco por cerca de 300 años. Los nicotinoides son más efectivos contra insectos pequeños con cuerpo blando.

La nicotina existe en las plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) como una sal, con los ácidos cítrico y málico en proporción 1:8 y puede ser extraído de las hojas y raíces de la planta por medio de una solución alcalina, seguido de destilación al vapor.

La nicotina tiene un amplio espectro de aplicación, obteniéndose magníficos resultados con aspersiones sobre adultos de *Eriosoma americanum*, *Aphis gossypii*, *Macrosiphoniella sanborni*, *Aphis rumicis*, *Aphis forbesii*.

Cuadro 0.8 Sustancias para el control de plagas y enfermedades de las plantas. FIRA (2003).

Sustancia	Descripción; requisitos de composición; condiciones de uso
<b><u>I. Vegetales y animales</u></b>	
Preparaciones a base de piretrinas extraídas de <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> , que posiblemente contiene una sustancia sinérgica	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación
Preparaciones de rotenona obtenidas de <i>Derris elliptica</i> , <i>Lonchocarpus</i> , <i>Thephrosia</i> spp.	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación
Preparaciones de <i>Quassia amara</i>	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación
Preparaciones de <i>Ryania speciosa</i>	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación
Preparaciones a base de Neem (Azadirachtin) obtenidas de <i>Azadirachta indica</i>	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación
Propóleos	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación
Aceites vegetales y animales	-
Algas marinas, sus harinas, extractos, sales marinas y agua salada	No tratadas químicamente.
Gelatina	-
Lecitina	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación
Caseína	-
Ácidos naturales (por ej., vinagre)	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación
Producto de la fermentación de <i>Aspergillus</i>	-
Extracto de hongos (hongo Shiitake)	-

## Sustancia

## Descripción; requisitos de composición; condiciones de uso

Extracto de Chlorella

Preparados naturales de plantas, excluido el tabaco

Infusión de tabaco (excepto nicotina pura)

### II. Minerales

Compuestos inorgánicos (Mezcla de Burdeos, hidróxido de cobre, oxiclورو de cobre)

Mezcla de Burgundy

Sales de cobre

Azufre

Polvos minerales (polvo de piedra, silicatos)

Tierra diatomácea

Silicatos, arcilla (Bentonita)

Silicato de sodio

Bicarbonato de sodio

Permanganato de potasio

Aceite de parafina

### III. Microorganismos utilizados para el control

## Sustancia

## Descripción; requisitos de composición; condiciones de uso

### biológico de plagas

Microorganismos (bacterias, virus, hongos), por ej. *Bacillus thuringiensis*, virus Granulosis, etc. Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación

### IV. Otros

Dióxido de carbono y gas de nitrógeno

Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación

Jabón de potasio (jabón blando)

-

Alcohol etílico

Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación

Preparados homeopáticos y ayurvédicos

-

Preparaciones de hierbas y biodinámicas

-

Insectos machos esterilizados

Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación

### V. Trampas

Preparados de feromona

-

Preparaciones basadas en metaldehídos que contengan un repelente para las especies de animales mayores, siempre y cuando se apliquen en trampas. Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación

## 1.12 Antecedentes de investigación del cultivo de tomate en invernadero

Cotter y Gómez (1981) mencionan que para una producción exitosa bajo invernadero se deben producir 100 ton/acre por año es decir 200 Ton/ha por año.

A continuación se dará una reseña de los diferentes rendimientos obtenidos en invernadero.

Rodríguez et al., (1996) evaluando el tomate bajo condiciones de invernadero investigando la influencia de mezclas de hidrogel en el sustrato para el mejoramiento de retención de agua reportó un rendimiento de que varía de 2.2 a 4.4 kilogramos por planta.

En invernaderos no automatizados los productores de la región del bajo y Texcoco, estado de México, obtuvieron rendimientos de 15 kg/m<sup>2</sup> con un ciclo de producción de 6 a 7 meses. Mientras que en invernaderos de alta tecnología se ha obtenido una producción de 52 kg/m<sup>2</sup> (Hoyos, 2002).

Aguilar (2002) evaluando tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero plástico sin calefacción ni sistema de control de temperatura reporta rendimiento de 173.7 t ha<sup>-1</sup>. La variable altura reportó que para el genotipo Gabriela alcanzo una altura de 249.3 cm mientras que para el híbrido Andre obtuvo una altura de 216 cm.

En invernaderos no automatizados los productores de la región del bajo, Guanajuato, y en el municipio de texcoco, estado de México, en esta tipo de estructura se pueden lograr rendimientos de 15 kg m<sup>-2</sup> con ciclo de producción de 6 a 7 meses, mientras que en invernaderos de alta tecnología se puede obtener producciones de 52 kg m<sup>-2</sup> con un ciclo de once meses (López, 2004).

Calderón, (2002) realizó un estudio para conocer los elementos nutritivos que absorbe un cultivo de tomate bajo condiciones hidropónicas y bajo invernadero. El consumo de elementos nutritivos por la planta para un densidad de siembra de 2.4 plantas  $m^{-2}$  fue el siguiente: Nitrógeno 14 g, Potasio 23.8 g. Calcio 7.0 g, Magnesio 2.8 g, Azufre 2.2 g, Hierro 85 mg, Manganeso 99 mg, Cobre 4 mg, Zinc 55 mg, Boro 30 mg y Sodio 2.2 mg.

En invernaderos no automatizados los productores de la región del bajo, Guanajuato, y en el municipio de Texcoco, estado de México, con este tipo de estructura se pueden lograr rendimientos de 15  $kg m^{-2}$  con un ciclo de producción de 6 a 7 meses, mientras que en invernaderos de alta tecnología se puede obtener producciones de 52  $kg m^{-2}$  con un ciclo de cultivo de once meses (Fonseca ,1999; Hoyos, 2003).

Martínez (1999) evaluando genotipos en invernadero encontró que midiendo la fisiología de genotipos encontró que la fotosíntesis de mayor actividad se encuentra en la etapa fenológica de fructificación, en las horas de la mañana y  $\frac{1}{2}$  día. A la menor actividad se encontró en la etapa fenológica de floración y madurez en la tarde.

Fitzpatrick (1984) menciona que los problemas nutrimentales se caracterizan por un desequilibrio en el desarrollo y fructificación de las plantas, causadas por deficiencias o excesos de nutrimentos agregados al suelo o al follaje, los cuales se reflejan directamente en la calidad y producción de los frutos.

Mascareño y Leyva (1987) hablan que tanto el exceso como la deficiencia de nutrientes da lugar a desvalances nutricionales los cuales se reflejan directamente en la producción. Esto se relaciona con las mezclas de fertilizantes ya que tienen mayor concentración de macronutrientes hasta un 50%, en comparación con los fertilizantes completos.

López (2004) evaluando siete híbridos de tomate en condiciones de invernadero en otoño invierno encontró diferencias altamente significativas en las variables de calidad excepto en espesor de pulpa. Reportó a los mejores híbridos y estadísticamente iguales para rendimiento fueron Bosky, Andre y Gabriela con 221.5, 215.9 y 199.3 ton ha<sup>-1</sup>. Estos genotipos también presentaron la mayor altura con 264.4 cm.

Según Fonseca (1999) para que la producción sea redituable debe obtenerse por lo menos 15Kg/m<sup>2</sup>. Por otro lado, Santiago (1995) evaluando genotipos de tomate en condiciones de invernadero reporta un rendimiento promedio que varía de 1.76 a 5.42 kg/ planta mientras que para sólidos solubles reporta que los frutos presentaron de 4 a 5 grados Brix. De acuerdo a Cotter y Gomez (1981) para que una producción se considere exitosa se deben producir bajo invernadero al menos 100 ton/acre/año es decir 200 ton/ha/año.

Estrada (1993) obtuvo 5 Kg./planta en rendimiento, lo cual es una buena característica para una planta. En el peso por fruto obtuvo un promedio de 100 y 120 gr/fruto lo cual se puede decir que tiene un buen peso comparado con el diámetro.

Espinosa *et al.* (2002) evaluando el comportamiento de híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero reporta producción de hasta 201 ton ha<sup>-1</sup>, destacando los cultivares y estadísticamente iguales: HMX9804, Attention, Gironda y Nadin con 201, 197, 183 y 179 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Avalos (2003) evaluando tres cultivares de tomate con vermicomposta en invernadero, encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos, obteniendo mayor efecto en los tratamientos de 37.5% y 25% en los genotipos de tomate, Andre con 224.7 g y Adela con 174.7 g al 37.5%, mientras que para el tratamiento 25%, Andre presentó 223.4 g y Adela 139.7 g. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos en este experimento, ya que el testigo presentó el mayor peso, mientras que el tratamiento al 37.5% quedó en la tercera posición y fue estadísticamente igual a los demás tratamientos de vermicomposta.

Subler (1998) y Riggle (1998) citados por Zarate (2002) mencionan que es posible implementar sistemas de producción en invernadero donde se manejen mezclas de vermicomposta + arena que favorezcan el desarrollo de diferentes especies, generando rendimientos y frutos de calidad adecuados. Como así lo demostró Ávalos (2003), quien en estudio de mezclas de vermicomposta + arena obtuvo rendimientos de 170 y 131 ton/ha con 37.5 y 25% de vermicomposta, respectivamente, utilizando el híbrido de tomate indeterminado Andre.

Zarate (2002), cuyo estudio fue realizado con tomate bajo condiciones de invernadero y evaluando dosis de vermicomposta. El rendimiento en el tratamiento con mayor porcentaje de vermicomposta (T2:50%), no superó al testigo.

Comparando estos resultados con el presente experimento, el testigo también tuvo el rendimiento más alto, seguido del tratamiento de 37.5%.

Sánchez *et al.* (1999) evaluando los parámetros fisiológicos y agronómicos de jitomate en dos sistemas (densidad de plantas y número de racimos) de producción en condiciones de invernadero, Encontraron rendimientos para 12 planta con 3 racimos y 16 con 2 racimos de  $17.1 \text{ kg m}^{-2}$  y  $14.9 \text{ kg m}^{-2}$  respectivamente, con un peso promedio de fruto de 98 y 90 gr respectivamente, con número de frutos por planta de 14 y 10.5 respectivamente.

Reis *et al.* (2001) evaluando composta de residuos orgánicos como sustrato en la producción de planta de tomate, la composta fue usada como sustrato sola y en mezcla con turba en la proporción de 25, 50 y 75 % de composta. Obtuvieron buen desarrollo de semillas de tomate usando incorporación de composta de una mezcla de 100% de corteza de pino y 50% de orujos de parra (vid). Gómez (2003) evaluando mezclas de vermicomposta con arena en tomate bajo invernadero encontró en rendimiento, los tratamientos Adela y Andre testigo, Andre 12.5% y Andre al 50% fueron estadísticamente iguales con 173.7, 170.5, 151.0 y 131.1 ton/ha respectivamente.

La composta puede ser utilizada como mejorador de suelo para cultivos hortícolas y como un sustrato que no contamina al medio ambiente (Urrestarazu *et al.*, 2001). la producción mensual de estiércol de ganado bovino es de aproximadamente 49,000 t de materia seca, debido a explotación intensiva del ganado lechero; materia seca que podría ser utilizada para la elaboración de

abonos orgánicos (Luévano y Velásquez, 2001). Dentro de los abonos orgánicos destaca el empleo de la composta y/o de la vermicomposta, la cual también puede ser utilizadas como mejorador del suelo. Las evidencias sobre el empleo de los abonos orgánicos se han incrementado en la literatura por ejemplo se reporta que la producción de tomate en En mezclas de vermicomposta con arena en tomate bajo invernadero los tratamientos al 12.5% y al 50% fueron estadísticamente iguales con 170.5 y 131.1 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Moreno-Reséndez *et al.*, 2004). en tomate en invernadero con fertilizantes y sustratos orgánico y sintéticos se reporta que al primer racimo los orgánicos producen más que el convencional presentando rendimientos de 1.5 a 4 kg por planta (Rippy *et al.*, 2004).

Márquez y Cano (2004) quienes al evaluar diferentes sustratos reportaron un rendimiento de 114.5 t ha<sup>-1</sup> para el testigo y de 71.8 t ha<sup>-1</sup> para el sustrato arena-vermicomposta (50:50%). La influencia de diferentes dosis de agua y sustratos en la producción de tomate en invernadero reportó rendimiento de 14.9 kg m<sup>2</sup> (Fricke, 2004)

### III MATERIAL Y METODOS

#### 1.13 Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La Región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos  $101^{\circ} 40'$  y  $104^{\circ} 45'$  de longitud oeste, y los paralelos  $25^{\circ} 05'$  y  $26^{\circ} 54'$  de latitud norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es de 1,139 m. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las tres áreas agrícolas, así como las áreas urbanas. La temperatura promedio en los últimos 10 años es de una máxima de  $28.8^{\circ} \text{C}$ , una mínima de  $11.68^{\circ} \text{C}$  y una temperatura media de  $19.98^{\circ} \text{C}$ .

#### 1.14 Localización del experimento

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

#### 1.15 Clima

Palacios (1990) define el clima de la región como, muy seco con lluvias en verano. Los registros de temperatura indica una media anual de  $21^{\circ} \text{C}$  presentando su valor mas bajo en enero y el mas alto en julio. La precipitación promedio es de 220 mm anuales situación que limita la practica de una agricultura de temporal. las heladas ocurren de noviembre a marzo. teniéndose un periodo libre de heladas

de abril a octubre. La cantidad de agua para esta región es escasa en todas las estaciones del año, en el mes mas lluvioso tiene una acumulación de 36.6 mm. En cuanto al mes mas seco solo alcanza 1.5 mm; La humedad varia en el año; en primavera tiene un valor promedio de 30.1 %. En Otoño de 49.3 % y finalmente en Invierno de un 43.1 % (CENID - RASPA, 2003).

### **1.16 Condiciones de invernadero**

El experimento se llevó a cabo en un invernadero semicilíndricos cubiertos en la parte superior (techo) de plástico y las paredes de láminas policarbonato, y una estructura totalmente metálica. El interior del invernadero cuenta con canaletas de cemento donde se encontraban las hileras de macetas y los pasillo de arena suelta. El sistema de riego es por goteo. el tiempo y números de riegos fueron programados con una micro computadora. cuenta con ventilación automatizada y un sistema de calefacción. La superficie es aproximadamente de 250 m<sup>2</sup>.

### **1.17 Material composta**

La composta se obtuvo a partir de estiércol bovino, el cual estuvo durante un periodo de aproximadamente 3 meses. Este tipo de estiércol se obtuvo del ganado vacuno que se encuentra en la pequeña propiedad de "Ampuero" que están estabulados y que reciben una dieta de forraje verde (alfalfa) y sales minerales para el metabolismo del mismo.

Composición nutrimental de los diferentes proporciones de Composta + arena se muestra en el **Cuadro 3.1**

Cuadro 0.1 Composición del análisis químico de la composta.

<b>Descripción de la muestra</b>	<b>Composta</b>	<b>Rangos óptimo</b>
Materia Orgánica %	26	>3.0
Nitrógeno (NO <sub>3</sub> ) ppm	20.85	>30
Fósforo total (P) ppm	21	>30
Potasio (K) ppm	424	>170.0
Hierro (Fe) ppm	4.9	2.5-4.5
Cobre (Co) ppm	2.66	0.3-1.0
Zinc (Zn) ppm	3.87	0.5-1.0
Manganeso (Mn) ppm	3.7	1.0-2.5
Magnesio (Mg) meq/litro	2.2	
Sodio (Na)	11.7	
Conductividad eléctrica (mScm-1)	3.3	
pH	8.6	
Cloruros meq/litro	12.4	
Sulfatos meq/litro	14.7	
Bicarbonatos meq/litro	6.4	

### 1.18 Materiales inertes

El material inerte utilizado fue Arena de río, la cual fue esterilizada previamente con mezcla de cloro y agua al 5%

### 1.19 Materiales vegetales

Los genotipos que se utilizaron fueron, Híbridos: Ivonne y Romina, son tomates de crecimiento indeterminado los cuales fueron transplantedos el 7 de diciembre, en el ciclo otoño-primavera del 2005-2006.

## 1.20 Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue bloques al azar con 5 repeticiones y la unidad experimental fueron 35 plantas por genotipo, la superficie sembrada fue de aproximadamente de 250 m<sup>2</sup>.

## 1.21 Solución nutritiva

La composición de la solución nutritiva que se utilizó fue la recomendada por Zaidan y Avidan (1997) utilizando fertilizantes orgánicos aprobados por INFOAM. Cuadro 3.1. para regar las macetas se anota en el **Cuadro 3.2** de esta solución se aplicaban 250 ml por maceta.

Cuadro 0.2 Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm).  
(Zaidan y Avidan, 1997).

Estado de la planta	N	P	K	Ca	Mg
Plantación y establecimiento	100 – 120	40 – 50	150 – 160	100 – 120	40 – 50
Floración y cuajado	150 – 180	40 – 50	200 – 220	100 – 120	40 – 50
Inicio de maduración y cosecha	80 – 200	40 – 50	230 – 250	100 – 120	40 – 50
Época calurosa (Verano)	130 - 150	35 - 40	200 - 220	100 - 120	40 - 50

Cuadro 0.3 Solución nutritiva empleada en cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en primavera – verano 2002. CELALA- INIFAP. 2003

Solución	Fase 1. Plantación y establecimiento	Fase 2. Floración y cuajado	Fase 3. Inicio de maduración	Fase 4. Cosecha
Biomix N	52.8	52.8	52.8	75

Biomix K	94.5	94.5	94.5	132
Zn (EDDHA)	4 g	14 g	9 g	15 g
Maxiquel multi	2.7 g	14 g	18 g	30 g

la solución en 131.250 litros agua

## 1.22 Siembra y Trasplante

La siembra se realizó el 20 de octubre del 2005 en charolas germinadoras de 200 cavidades, usando como medio de crecimiento Peat moss y el trasplante el 7 de diciembre del mismo año, en macetas de plástico negro de 18 Kg. de capacidad. Antes de realizar la mezcla de los materiales de los diferentes sustratos la arena fue lavada con una mezcla de agua y cloro al 5%. Se utilizó una planta por maceta en tomate, un día antes de poner cada plántula se humedeció completamente la maceta y al día siguiente se trasplantó. Desde el momento se programó el riego en diferentes tiempos para todos los tratamientos. La planta tenía una altura de aproximadamente 15 cm.

## 1.23 Riegos

El riego fue programado a las 10:45 y 2:30 con 3 y 4 minutos respectivamente.

## 1.24 Podas

Para el cultivo del tomate se llevaron podas, para mantener la planta a un solo tallo, eliminando brotes laterales (axilares) y posteriormente se eliminaron las hojas basales una vez madurado el fruto del primer racimo, ya que no desempeña ninguna función y permitiendo así su ventilación entre las plantas.

## 1.25 Prácticas culturales

Las prácticas comunes en el invernadero fue la colocación de líneas de sostén en la parte superior del invernadero con alambre que fue el soporte principal de los tutores de rafia, hasta el final de periodo de producción así como acomodo de guías de los tutores. Colocación de trampas amarillas, regar pasillos para bajar temperaturas y aumentar la humedad relativa y en la floración, las plantas fueron polinizadas mecánicamente con un vibrador eléctrico (cepillo dental eléctrico), diariamente entre las 11:00 AM y 2:00 PM.

## 1.26 Plagas y enfermedades

Durante el ciclo de los cultivos se realizaron revisiones periódicas para el control de plagas y enfermedades, como plaga principal se presentó la mosquita blanca (*B. argentifolii* y *Trialeurodes vaporariorum*) y como plagas secundarias, el psilido *Paratrioza cockerelli*, las cuales fueron controladas con aplicaciones Killwac, Neem, Bioinsect; 75ml de producto en 19 lts. de agua para controlar mosquita blanca en dosis de 2.5 a 3 l ha<sup>-1</sup> y dos aplicaciones de Endosulfan y Kibodin 800 CV en dosis de 1 l ha<sup>-1</sup> para control de psilido el cual se presentó a los 150 días después de la siembra, esta plaga fue difícil controlar con los productos orgánicos por esta razón se tuvo que aplicar Endosulfan único producto inorgánico.

A los 179 DDS se detectó cenicilla (*Leveillula taurica* Lev. Arn.) la cual fue controlada con fungicidas orgánicos Hidróxido de Calcio, Amistar en dosis de 150

g ha<sup>-1</sup> ( 39 g en 5 l de agua) y BioFyB y Sedric en dosis de 2 a 4 l ha<sup>-1</sup>. es decir 50 ml en 10 l de agua.

### 1.27 Cosecha

La cosecha se realizó hasta el décimo racimo. El tomate se cortó cuando el fruto presentó un color rozado promedio entre el 30 % y 60% de la superficie del mismo, se dio un total de 24 cortes, dos cortes por semana,

### 1.28 Variables evaluadas en tomate

Las variables evaluadas fueron: precocidad (días a la cosecha), rendimiento total, rendimientos y en calidad de fruto se consideraron frutos < 80 g en peso (peso de fruto, diámetro polar y ecuatorial de fruto, sólidos solubles, espesor de pulpa, pH de fruto y número de lóculos). Para medir el peso del fruto se utilizó una báscula digital con capacidad de 0.005 a 5000 g. Los diámetros polar y ecuatorial se midieron con vernier, se midieron la distancia entre el pedúnculo y cicatriz floral, y ancho del fruto. El número de lóculos se evaluó contando las cavidades. En espesor de pulpa se midió la parte carnosa del fruto con una regla milimétrica, tomando el dato en centímetros. Los sólidos solubles se midieron colocando jugo del fruto directamente en el refractómetro y tomando la lectura en grados Brix.

Para evaluar rendimiento se pesaron los frutos por planta y por racimo. y tabla de colores. Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System versión 6.12 de 1998).

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1.29 Altura de planta

En el análisis de varianza no mostró diferencia significativa al ( $P < 0.05$ ), entre los genotipos, además se encontró una media de 225 cm y un coeficiente de variación de 6.6 %. Lo anterior no difiere de lo encontrado por Moreno *et al.* (2005) ya que menciona que no existe variación de alturas a diferentes niveles de vermicomposta, producidas de diferente fuente. Si difiere de lo encontrado por Márquez y Cano (2004) mencionan un rango de alturas, obtenidas evaluando porcentajes de compostas y sustratos inertes en un ciclo de 135 días, con 141.79 cm. En este experimento presentó una altura de 117 cm a los 138 dds. Esta diferencia se debe a la fecha de siembra de ambos experimentos el primero fue el 4 de agosto, y el presente fue el 20 de octubre hay mas unidades calor en el periodo de agosto que en el de octubre este último presenta mas horas frío en el inicio de crecimiento, ya que a temperaturas excesivas, más de 35 °C, las plantas detienen su crecimiento y su floración, mientras que a temperaturas inferiores, entre 10 °C y 15 °C, originan problemas en el desarrollo y germinación. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C, la fecundación es defectuosa o nula. Y La temperatura del sustrato interviene en el crecimiento y absorción de raíces, temperaturas inferiores a 14 °C el crecimiento se inhibe y entre 18 °C y 12 °C la absorción de fósforo disminuye en un 50%. La temperatura tiene acción directa sobre el rendimiento final y el calibre del fruto (Chamarro, 1999).

Cuadro 0.1 Variables altura de planta y número de nudos de tomate en invernadero en otoño-primavera del 2005 - 2006 en La Comarca Lagunera CELALA 2006.

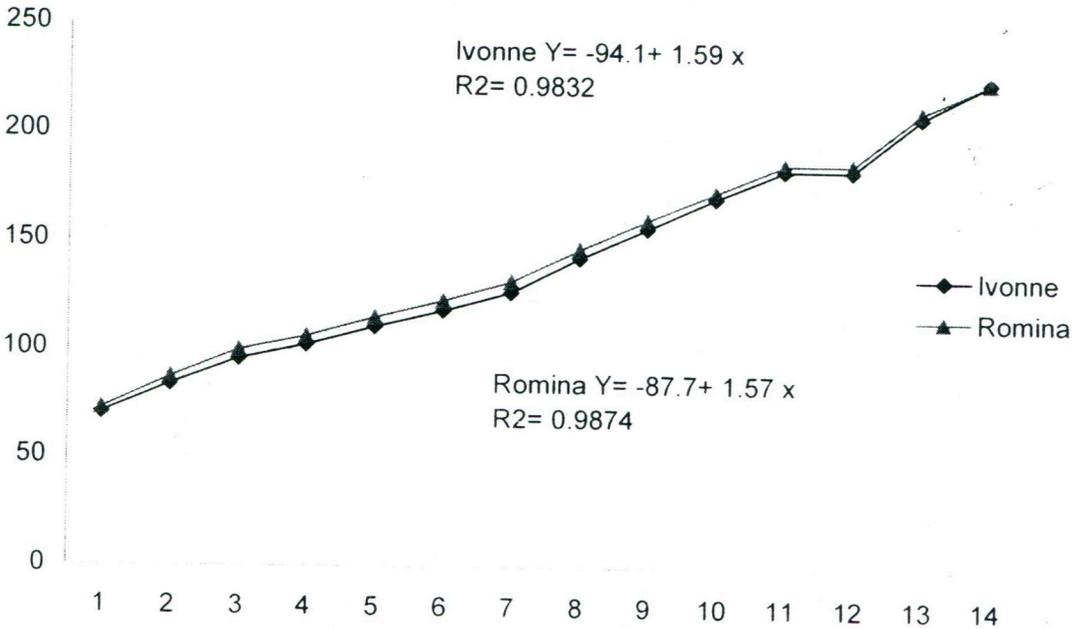
<b>Genotipo</b>	<b>Altura</b>	<b>Numero de hojas</b>
<b>Ivonne</b>	<b>226 NS</b>	<b>56 NS</b>
<b>Romina</b>	<b>224</b>	<b>60</b>
<b>Media</b>	<b>225</b>	<b>58</b>

Lo anterior difiere a lo obtenido por Rodríguez *et al.* ( 2005) evaluando tomate con sustrato orgánico en el cultivo de tomate en invernadero reporta una altura media de 286 cm.

Estos resultados no coinciden con los mencionado por Aguilar (2003) evaluando tomate de crecimiento indeterminado en invernadero plástico sin calefacción ni sistema de control de temperatura reporta una altura promedio de 249.3 cm es decir 2.4 m. Y difieren a los obtenidos por Ríos (2003) quien evaluó tomate en invernadero cv Max reporta una media de 200.13 cm de altura (2.0 m). Las temperaturas Extremas, las inferiores a 10 °C afecta la absorción de elementos nutritivos en el sistema radicular trayendo como consecuencia la baja formación de carbohidratos iniciales o la de protoplasma de las plantas y las temperaturas superiores a 35 °C también inhiben la absorción de agua (Castro y Pérez, 1999). Rojas (2000 )Para atenuar las altas temperaturas, la planta utiliza la transpiración para bajar el efecto de la temperatura. Los tejidos hidratados son menos tolerantes a la temperatura alta como las semillas. Las altas temperaturas provocan que la pérdida del agua por transpiración supere la capacidad de absorción de agua, produciéndose síntomas de sequía . tiene un efecto en el

metabolismo de las plantas que es la desnaturalización de enzimas, en general la fotosíntesis es inhibida por las altas temperaturas que la respiración.

Estos resultados no concuerdan con López (2004) quien evaluando híbridos de tomate en invernadero reporta una media de 253.3 cm. Reportando como mayor altura 287.6cm mientras menor altura fue con 219.8cm. su menor altura coincide con la media obtenida en el presente experimento.



**Figura 0.1** Comportamiento de híbridos de tomate en sustrato orgánico en altura de planta en centímetros a través del tiempo

### 1.30 Numero de Nudos

En esta variable el análisis de varianza no presentó diferencias significativas al ( $P < 0.05$ ) entre genotipos, mostró una media de 58 nudos y un coeficiente de variación de 13.7 %.

## 1.31 Calidad de fruto

### 1.31.1 Peso del fruto

El análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa al ( $P < 0.01$ ) entre los genotipos, mostrando una media de 149.5 g. Con un coeficiente de variación de 12.9 % el genotipo de mayor peso fue Ivonne con 159 g. y el de menor peso fue Romina con 139 g. Los resultados obtenidos en este experimento bajo estas condiciones concuerdan a los obtenidos por Rodríguez (2002) en el cual encontró un peso promedio de 149.1 g (Cuadro 2) y estos resultados no difieren en mucho a los obtenidos por **Acosta** (2003) quien reportó un peso de fruto de 134.07 g, Difiere a lo obtenido por Avalos (2003) evaluando el cultivo de tomate de con vermicomposta en invernadero encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos obteniendo mayor altura en los tratamientos con de vermicomposta con 224.7 g y 174.7 g al 37.5 % de vermicompopsta.

Difieren con los obtenidos por Rodríguez *et al.* (2005) evaluando tomate con sustrato orgánico en el cultivo de tomate en invernadero reporta un peso promedio de 170.6 g. Y no concuerdan con Aguilar (2002) reporta un peso de 213.7. Ríos, (2002) reporta valores de 201.7gr y 187.1gr, los resultados obtenidos en este experimento difieren con los resultados obtenidos con Ríos.

### 1.31.2 Diámetro polar (DP)

Para esta variable el análisis de varianza no encontró diferencias significativa entre los genotipos, mostrando una media de 5.7 cm con un coeficiente de variación de 15.8 %. (Cuadro 1).

Para esta variable Aguilar (2002) reporta un diámetro polar para los genotipos Andre y Gabriela de 6.1 y 5.0 cm respectivamente, lo cual no concuerdan con los obtenidos con el presente experimento es importante mencionar que el genotipo Ivonne es similar a Andre y Romina similar a Gabriela sin embargo los diámetros difieren. López (2004) también reporta para Andre un diámetro polar de 6.1 cm.

Moreno-Resendez *et al.* (2004) encuentra diferencias altamente significativas para esta variable, y los tratamientos con mayores valores fueron el genotipo Andre al 37.5 % de vermicomposta y el genotipo Andre al 25 % de vermicomposta, con 6.51 cm y 6.88 cm respectivamente. Mientras que Rodríguez *et al.* (2005) reporta una media de 5.7 cm.

Cuadro 0.2 Variables de calidad del fruto de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2005 - 2006 en La Comarca Lagunera CELALA 2006.

Genotipo	Peso de fruto g	Diámetro polar cm	Diámetro Ecuat. cm	°Brix	Espesor de pulpa cm	Número de lóculos
Ivonne	158.9 a	5.72	6.6	4.1	0.73	4.4
Romina	114.8 b	5.7	6.4	4.1	0.71	3.9
Media	136.6	5.33 NS	6.3 NS	4.1 NS	0.7 NS	4 *
C.V.	15.6	4.9	6.3	7.8	6.2	16.6

\*Genotipos con letra desiguales son diferente estadísticamente, DMS al 5%.

### 1.31.3 Diámetro ecuatorial (DE)

En el cuadro 4.2 se presenta la comparación de media en el cual se puede observar que no existió diferencias significativas entre genotipos al ( $P < 0.05$ ), mostrando una media de 6.5 cm y un coeficiente de variación de 4.4 % (Cuadro 1). Los resultados obtenidos en esta investigación en invernadero reporta una media de 7 cm. Mientras que concuerdan a los obtenidos por López (2004) en tomate en invernadero reporta una media de 6.6 cm de diámetro. Los resultados aquí obtenidos superan a los obtenidos por Rodríguez (2002) quien evaluando 5 genotipos de tomate en invernadero en dos años reporta una media de 5.3 cm.

### 1.31.4 Grados Brix

El análisis de varianza tampoco encontró diferencia estadística significativa entre genotipos, mostrando una media de 4.1 °brix y un coeficiente de variación de 7.5 %. Los resultados obtenidos en este experimento se encuentran ligeramente por encima de lo mencionado por Osuna (1983) afirma que para tener

un fruto de calidad es necesario que tenga un valor de 4 o mayor cantidad y estos genotipos presentaron este valor lo que se consideran de buena calidad. ). Los resultados obtenidos concuerdan a los citados por Bugarin–Montoya et al. (2002) reportan valores de 3.9 a 4.2 grados, igualmente, difieren a los mencionados por Márquez y Cano (2004) reportan 4.3 y 4.7 °Brix . Y coinciden a los obtenidos por Ortega-Farías et al. (2003) y Moreno-Reséndez *et al.* (2005).

Estos resultados no concuerdan con Ríos (2002) reporta una media de 5.42 grados. Santos (2002) evaluando genotipos de tomate bola reporta valores de 5.5 y 4.5 °Brix. Estos resultados difieren con Díez (1995) afirma que en tomate destinado para procesado y consumo en fresco, el contenido de los sólidos solubles (°Brix) se sitúa entre 4.5 y 5.5 ° Brix. Y los obtenidos en este experimento están por debajo de estos valores.

### **1.31.5 Espesor de pulpa**

Al realizar el análisis de varianza no demostró diferencias estadística significativa entre los genotipos al ( $P < 0.05$ ), con una media de 0.72 y un coeficiente de variación de 6.2 % (Cuadro A5).

Lo anterior difiere de lo encontrado por Márquez y Cano (2004) reportan un promedio de 0.79 cm de espesor de pulpa. Estos resultados no coinciden con Ríos (2002) reporta valores el mayor espesor con 0.94 cm y menor espesor de pulpa 0.86 cm. También López (2004) reporta una media de 0.9 cm, y difieren con lo reportado por Aguilar (2002) reporta un espesor de pulpa de 0.8 cm.

### 1.31.6 Numero de lóculos

En el análisis de varianza encontró diferencias significativa entre los genotipos, presentando una media de 4 y un coeficiente de variación de 16.6 %, (Cuadro 4.2).

En estos resultados concuerdan con los obtenidos por Rodríguez (2002) y Ríos (2002) quienes evaluando tomate en invernadero y reporta resultados de una media de 4.84 °Brix. y 5 lóculos respectivamente. Los resultados del presente experimento concuerdan con Aguilar 2002 que reporta para los híbridos Andre y Gabriela 4.9 y 3.2 lóculos por fruto respectivamente.

Lo anterior coincide con lo obtenido por Rodríguez *et al.* (2005) evaluando tomate con sustrato orgánico en el cultivo de tomate en invernadero reporta una media de 4 loculos. Y difiere a lo obtenido por Márquez y Cano (2004) reportan en esta variable 6 loculos.

Nuestros resultados concuerdan En esta variable a **Acosta** (2003) evaluando tomate en invernadero con niveles de vermicomposta no encontró diferencia significativa, reporta de 4 lóculos y si difieren a los reportados por **Avalos (2003)** evaluando tomate en invernadero encontró que los genotipos Adela y Andre mostraron el valor más alto en el tratamiento al 37.5 % de vermicomposta con 5 y 4.8 lóculos por fruto por lo que tuvo efectos satisfactorios.

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

### 1.32 Color, forma de fruto y hombros

El color de fruto al momento de la cosecha presentó variación que va desde el color naranja hasta diferentes tonalidades de rojo, es decir el color externo rojo claro a rojo oscuro), mientras que el color interior manifestó tendencia similar. En cuanto a la forma del fruto se presentaron frutos de forma globosa y globosa profunda, mientras que los hombros fueron uniformes (Cuadro 4.7)

Para la forma del fruto se utilizó el formato técnico de la comercializadora de semillas Hazera (1999). En esta variable se encontró diferencia significativa altamente entre genotipos. Con una media de 1.6 Los híbridos evaluados presentaron una forma ivonne globosa profunda y Romina forma globosa, para el caso de los hombros, en su mayoría presentaron una maduración uniforme (Cuadro 7)

Cuadro 0.3 Forma del fruto de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2005 - 2006 en La Comarca Lagunera CELALA 2006.

<b>Genotipo</b>	<b>Forma de fruto (g)</b>
Ivonne	1 b
Romina	2 a
Media	1.6
C.V.	32.5

\*Genotipos con letra desiguales son diferente estadísticamente. DMS al 5%.



**Figura 0.2** Formato técnico para evaluar Forma del fruto Fuente: Hazera (1999).

### 1.33 Rendimiento

#### 1.33.1 Rendimiento total de frutos

Para la variable rendimiento se estimó la suma de todos los tomates producidos por planta por tratamiento, se calculó primero el rendimiento por m<sup>2</sup> y posteriormente el rendimiento por ha. De acuerdo con el análisis de varianza (ANEVA) en la variable rendimiento se obtuvo que los genotipos utilizados tuvieron diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ ), (Cuadro A7). entre genotipos, presentó un coeficiente de variación de 19.3 % y una media de 165.9 t ha<sup>-1</sup>.

El empleo de los abonos orgánicos se han incrementado en la literatura por ejemplo se reporta que la producción de tomate en mezclas de vermicomposta con arena en tomate bajo invernadero los tratamientos al 12.5% y al 50% fueron estadísticamente iguales con 170.5 y 131.1 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Moreno-Reséndez *et al.*, 2004). en tomate en invernadero con fertilizantes y sustratos

orgánico y sintéticos se reporta que al primer racimo los orgánicos producen más que el convencional presentando rendimientos de 1.5 a 4 kg por planta (Rippy *et al.*, 2004). Rodríguez *et al.* (2005) evaluando tomate con sustrato orgánico en el cultivo de tomate en invernadero reporta que el testigo presentó mayor rendimiento en comparación con la vermicomposta reporta rendimientos de 296 a 150 t ha<sup>-1</sup>. estos resultados superaron a los reportados por Márquez y Cano (2004) quienes al evaluar diferentes sustratos reportaron un rendimiento de 114.5 t ha<sup>-1</sup> para el testigo y de 71.8 t ha<sup>-1</sup> para el sustrato arena-vermicomposta (50:50%). La media obtenida en el tratamiento fertilizado con orgánicos, 130.46 t ha<sup>-1</sup>, supera a lo obtenido por Tuzel *et al.* (2003), ya que mencionan rendimientos entre 9.37 y 10.67 kg m<sup>-2</sup>; Estos resultados difieren de Maurilio (2004) evaluando niveles de Fósforo en hidroponía en invernadero reporta rendimientos de 204 y 162 t ha<sup>-1</sup>. nuestros resultados superaron a Esquivel (2006) quien evaluando niveles de NPK en tomate en invernadero reporta un rendimiento de 172.6 t ha<sup>-1</sup>. **Subler (1998) y Riggle (1998)** citado por **Zarate (2002)** mencionan que es posible implementar sistemas de producción en invernadero donde se manejen mezclas de vermicomposta + arena que favorezcan el desarrollo de diferentes especies, generando rendimientos y frutos de calidad adecuada. Con los resultados obtenidos se comprueba que la vermicomposta si favorece el rendimiento y calidad además de reducir los gastos de producción.

Con esto se comprueba que los fertilizantes orgánicos aportan nutrimentos esenciales e incrementan de manera considerable el rendimiento del fruto.

Cuadro 0.4 Rendimiento total y número de Frutos de tomate bajo condiciones de invernadero en 2005-2006 en la Comarca Lagunera CELALA 2006.

Genotipo	Rendimiento t ha <sup>-1</sup>	Número de fruto por planta
Ivonne	181.3 a	30 a
Granitio	150.6 b	27 b
CV.	19.7	19.7
Media	165.9	28

\*Genotipos con letra desiguales son diferente estadísticamente, DMS al 5%.

### 1.34 Número de frutos por planta

Se encontró diferencia significativa entre genotipos al ( $P < 0.05$ ), en esta variable, el análisis de varianza presenta un coeficiente de variación de 19.7 % y una media de 28 frutos por planta. el genotipo Ivonne proporcionó el mayor número de frutos con 30 mientras que Romina presentó 27 frutos por planta

Cuadro 4.2.

## V CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de varianza en el desarrollo del experimento, se pueden generar las siguientes conclusiones:

1. En altura de planta no se encontraron diferencias significativas entre los genotipos evaluados pero si existen diferencias altamente significativas para la variable rendimiento sobresaliendo el genotipo Ivonne presentó el mayor rendimiento con  $181.3 \text{ t ha}^{-1}$ .
2. Para las variables de calidad se encontraron diferencias altamente significativas en: peso de fruto, significativa en forma de fruto y número de loculos y no sinificativo en diámetro polar y ecuatorial, espesor de pulpa y solidos solubles, destacando en todas sus variables de calidad el genotipo Ivonne.
3. De acuerdo a estos resultados los tratamientos de la mezcla vermicomposta-arena más fertilización orgánica pueden ser ampliamente recomendados para la producción comercial bajo condiciones de invernadero con esto se puede comprobar que la composta se puede considerar un medio de crecimiento para producción orgánica en invernadero, además de reducir costos de producción en cuanto a manejo de fertilizantes aplicados al cultivo, por ser un abono orgánico que cubre las necesidades nutrimentales.

## VI RESUMEN

La producción de tomate en invernadero con riego por goteo y sustrato de arena con composta permite que las plantas se desarrollen incrementando su rendimiento y calidad sin la aplicación de fertilizantes químicos. Así pues, es necesario encontrar fuentes de elementos nutritivos, apegados a las normas de producción orgánica, que satisfagan los requerimientos de los cultivos. Por lo anterior Durante el ciclo Otoño primavera se estableció un experimento de tomate en invernadero con riego por goteo y como sustrato una mezcla de arena con composta (50:50% V:V) con el objetivo de evaluar el rendimiento y calidad del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero con fertilización orgánica, para determinar el comportamiento del tomate cv Ivonne y Romina en invernadero y establecer la concentración óptima de solución nutritiva con productos orgánicos aprobados por IFOAM ((Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica. (En inglés) para satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo de tomate. La siembra en charolas germinadoras de 200 cavidades con sustrato de musgo Canadiense, se realizó el 20 de octubre del 2005 el transplante se efectuó el 7 de diciembre del mismo año, en macetas de 18 kg, se instalaron en doble hilera con arreglo a tresbolillo espaciadas a 30 cm entre plantas. El diseño experimental fue bloques completamente al azar con cinco repeticiones y la unidad experimental fueron 35 plantas,

En altura de plantas y número de hojas no se encontró diferencias significativas se encontró una media de 219.5 cm y 56 hojas respectivamente.

En las variables de calidad se encontraron diferencias altamente significativas entre genotipos en: forma y peso de fruto, no se encontraron diferencias en diámetro polar y ecuatorial, espesor de pulpa y sólidos solubles, no se encontraron diferencias significativas en sólidos solubles,

Se obtuvieron rendimientos de 181.3 y 150.6 t ha<sup>-1</sup>, se encontraron diferencias altamente significativas en número de frutos por planta., el genotipo Ivonne obtuvo los mayores resultados en rendimiento y calidad.

Como plaga principal se presentó la mosquita blanca (*Trialeurodes abutilonea* Haldeman) (*Bemisia argentifolli* Bellows & Perring ) y como plagas secundarias, el psílido *Paratrioza cockerelli*, las cuales fueron controladas con aplicaciones de productos orgánicos

En el desarrollo de los cultivos las enfermedades presentes fueron: cenicienta (*Leveillula taurica* Lev. Arn.), en tomate; esta fue controlada con un fungicida orgánico.

## VII LITERATURA CITADA

- Acosta, B. B. 2003. Producción orgánica de hortalizas con vermicomposta bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México.
- Aguilar, C. P. 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México. Pp 46.
- Aguirre, F. S. 1994. Agricultura orgánica o agricultura química, elija usted. AgroVisión. Año 2, Núm. 15. Octubre 1994.
- Agro Red (2002). Agricultura orgánica libres de residuos tóxicos.
- Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. Juan José Peña Cabriales (Trad.), AGT Editor, S. A. México, D. F.
- Alvaro, A. M. 2005. Evaluación de fósforo en cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero e hidroponía. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México.
- Alpi, A. y F. Toognoni. 1999. Cultivo en invernadero. 3a ed. Ediciones Mudi. Prensa Madrid., Mexico pp. 76-77.
- Allievi, L., B. Citterio y A Ferrari. 1987. Vermicomposting of rabbit manure: modifications of microflora. 115 – 126. In : De Bertoldi, M., M.P. Ferranti, P. L 'Hermitte y F. Zucchini (Eds). Compost: production, quality and use. Elsevier Applied Science. London, U.K.
- Arias, Y. S. 2000. Fertilizantes orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero. En: II Congreso y Exposición Internacional de Horticultura. Acapulco, Gro. Mex. pag 65:74.
- Aslam, T., M. A. Choundhary, et al. (1999). Tillage impacts on soil microbial biomass C, N and P, earthworms and agronomy after two years of cropping following permanent pasture in New Zealand. Soil & Tillage Research 51: 103- 111.
- Atiyeh, R. M., N. Arancon, C. A. Edwards and J. D. Metzger. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Biores. Technol. 75:175-180.

- Avalos, G., L. C. 2003. Rendimiento y Calidad de dos híbridos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), en vermicomposta bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 47 p.
- Ansorena, M., J. 1994. Sustratos: Propiedades y Caracterización. Ed. Mundiprensa. Madrid, España. pp. 11-15
- Baytorun, A. N.; S. Topcu, K. Abak and Y Dasagan, 1999. Growth and production of tomatoes in greenhouses at different temperature levels. Univ. Cokurova, Depto Agri- Engn/Adanal. Turkey. 64 (1). Pp 33-39.
- Bravo-Varas, A.. 1996. Técnicas y Aplicaciones del cultivo de la lombriz roja Californiana. (*Eisenia foetida*). Facultad de Humanidades. Universidad Yacum. 6 p. <http://www.Geocities.com/rainForest/Canopy/8317/eisenia.html>.
- Bouche, M. 1984. Los gusanos de tierra. Mundo Científico. 40(4). 954-963.
- Brentlinger, D. 2002. Certified organic tomato production. <http://www.cropping.com/organic.shtml>.
- Bugarin-Montoya, R, A Galavis- Spinola, P Sánchez- García, D García-Paredes (2002) Demanda de potasio del tomate tipo saladette. Terra 20: 391-399.
- Buras, S. 1997. Sustratos. Ed. Agrotecnicas. Madrid, España. pp. 265-274.
- Burgueño, C.H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero. Diapositivas 102-104. En : Memorias del primer simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de tomate. Papa y otras solanáceas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo. Coahuila. México.
- Calderón, S. F. 2002. Requerimientos nutricionales de un cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en la Sabana de Bogotá. Dr. Calderón Laboratorios Ltda. Avda. 13 No. 87 – 81. Bogotá D. C. Colombia S. A. Pp 29.
- Calvin, L y Barrios V. 2000. Comercialización de las hortalizas de invierno de México. p 135-167. En: Schwentesius R.R y Gómez C.M.A. (Eds) Internacionalización de la horticultura. Editorial Mundiprensa. México
- Castillas, P. N. 1999. Manejo del cultivo intensivo con suelo; pp 191-211. En: F. Nuez (Ed.) El cultivo del tomate. Editorial Mudi- Prensa México.

- 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. y Vargas T.P. 2003. El uso de sustratos en la horticultura protegida. p.130-156. *En*: J.J.Muñoz-Ramos y J.Z. Castellanos (Eds). Manual de producción hortícola en invernadero. INACAPA. México
- Castro, B. R., y Pérez, G. M 1999. Guía para la Producción Intensiva de Jitomate en Invernadero. Boletín de Divulgación No. 3. Programa Universitario de Investigación y Servicio en Olericultura. UACH, México. Pp 27.
- CENTENAL, 1970. Carta Topográfica Escala 1:50,000. Méx, D.F.
- CENID, - RASPA. 2000. Datos climáticos históricos de 1975 al 2000. Centro Nacional de Investigaciones, Relación Agua- Suelo- Planta- Atmósfera, Gómez Palacio Dgo. Méx.
- Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador (C. I. D. E.). 1991. Lombricultura S. C. I.C. Hombre- Naturaleza- Ambiente. Folleto divulgativo. Quito, Ecuador.
- Cervantes, F. M. A. 2004. Abonos Orgánicos. (En línea). [www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm). [Consulta: 24/06/2004]
- Chamarro, L. J. 1999. Anatomía y Fisiología de la planta , pp 43- 87 *En*: F Nuez (Ed) El Cultivo del tomate. Editorial Mudi- Prensa México.
- 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. 36 p.
- Claverán, AR 1996. Perspectivas de la investigación para la producción orgánica. Memorias del Primer Foro Nacional sobre Agricultura. Orgánica. ... [www.fira.gob.mx/Boletines/boletin013](http://www.fira.gob.mx/Boletines/boletin013)
- Corlay, C., L. 1997. Cinética microbiana del proceso de producción de vermicomposta. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, México. pp. 20-61
- Cockshull, K. E. 1988. The integration of plant physiology with physical changes in the greenhouse climate *Acta Hort.* 229. pp. 113- 123.
- Cotter, D.J., and Gómez, R.E. 1981. Cooperative extension service. 400 H11

pp. 4. U. New Mexico, U.S.A.

- Cruz, M., S. 1986. Abonos orgánicos. Universidad Autónoma Chapingo. México. 229p.
- Dalzell, HP; A. Biddlestone; K. Gray y C. Thurairajan. 1991. Composición aproximada de algunos materiales utilizables en la elaboración de la composta.
- De Sanzo, C.A. y A.R. Ravera .1999. Como Criar Lombrices Rojas Californianas. Buenos Aires, Argentina. [www.lombricesrojas.com.ar/](http://www.lombricesrojas.com.ar/)
- Diez, J. M. 1999. Tipos varietales. Pp. 95-129. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México. 250 p.
- Dodson, M., Bachmann J. & Williams P. 2002. Organic Greenhouse Tomato Production. ATTRA. USDA
- Edwards, C.A., Burrows, K.E. Flercher y B.A. Jones. 1985. The use of earthworms for composting farm wastes. 229- 242. In: gasser, J.K.R- (Ed). Composting of agricultural and other wastes. Elsevier Applied Science Publishers. London. U.K.
- Edwards, C.A. y J.E. Bater. 1992. The use of earthworms in environmental management. Soil Biol. Biochem. 24:1683- 1689.
- 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 Mudi- Prensa México.
- Esquivel, R. M. del C. 2006. Relación de n:p:k, en el rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL) hidropónico en invernadero. Tesis nivel de maestría. UAAAN UL. Torreón Coahuila, México.
- Espinosa, Z., C.; A. Álvarez S.; J. Muñoz R.; V. M. Castro R.; J. López H. Y P. Cano R. 2002. Comportamiento de híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero en Durango, México. 368 p. XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Septiembre 2002. Saltillo, Coah. Méx.
- Estrada, M. B. 1995, influencia de la salinidad del agua, la frecuencia de riego y la modalidad de trasplante en el cultivo de tomate en suelo arenoso y riego por goteo. Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad Agrario la Molina, Lima, Perú.

- Estrada, G. S. (1993) evaluación en invernadero de 6 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) considerando rendimiento y calidad, a través de cortes y fertilización foliar. Tesis, Buena Vista, Saltillo Coah. México.
- FAO. 2001. Organic agriculture. Committee on Agriculture, 15th Session, 25 - 29 de enero 1999, COAG/99/9. Disponible en [www.fao.org/docrep/meeting/X0075E.htm](http://www.fao.org/docrep/meeting/X0075E.htm).
- FAO/CTA/ITC. 2002. World markets for organic fruit and vegetables: opportunities for developing countries in the production and export of organic horticultural products. Roma. Disponible en [www.fao.org/DOCREP/004/Y1669E/Y1669E00.HTM](http://www.fao.org/DOCREP/004/Y1669E/Y1669E00.HTM)
- \*FIRA. 2003. Agricultura Orgánica. Boletín informativo. Núm. 322 Volumen XXXV 10a. Epoca Año XXXI Diciembre 2003. disponible En: [http://www.fira.gob.mx/Boletines/boletin013\\_15.pdf](http://www.fira.gob.mx/Boletines/boletin013_15.pdf)
- Fitzpatrick, E. A. (1984). Suelos, su formación clasificación y distribución. 1ª (Ed). En Español Cia. Editorial continental, S.A. de C.V. México. D.F.
- Fonseca, E. 1999. Costos de la producción hidropónica de tomate. Pp. 399-408. En: Castellanos, J. Z.; Guerra, O. F.; Guzmán, P. M. (Eds.) Ingeniería, manejo y operación de invernaderos para la producción intensiva de hortalizas. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola, S. C. México. Guadalajara, Jalisco. México.
- Fricke, A (2004) Influence of different surplus irrigation and substrate on production of greenhouse tomatoes. Institute of Vegetable Crops, University of Hanover, D-30419 Hannover, Germany.
- García, C., R. 1996. Vermicomposta e inoculación micorrizica en maíz y cebolla cultivados en tepetate. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos. Chapingo, México.
- Gómez, C. M. A. y Gómez, T. L. 1996. Expectativas de la agricultura orgánica en México. En: Agricultura orgánica: Una opción sustentable para el agro mexicano. Editor Ruiz, F. J. F. Universidad Autónoma Chapingo.
- Gómez, T. L.; Gómez, C. M. A., y Schwentesius, R. R. 1999a. Desafíos de la agricultura orgánica. Comercialización y certificación. Universidad Autónoma Chapingo, CUESTAAM. Mundi-Prensa. 223p.
- Gómez, L. F. 2003. Comparación de dos genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en mezclas de vermicomposta – arena bajo condiciones de invernadero en la comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coahuila, México. Pp 63 y 64.

- Haider, K. 1994. Advances in the basic research of the biochemistry of humic substances. 91- 108. In: N. Senesi y T. M. miano (Eds). Humic substances in the global environment and implications in human health. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands.
- Hazera, Quality Seed Ltd (HAZERA). 1999. Quality Seeds Tomato. Ficha técnica. Israel. 2 p.
- Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. pp. 163-171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1166pp. Brurin Israel. <http://www.fao.org/esp/default.htm>.
- Hoyos, P. y A. Duque, 2002 E.U.I.T. Agrícola, Univ. Politécnica Madrid. Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. \*\*C.E.C. Agraria. Consejería de Agricultura. Junta de Castilla-La Mancha. Marchámalo (Guadalajara) Sevilla Es.
- Hoyos, P. 2003. Parámetros en la calidad de plántula de hortalizas. 2do Simposium Internacional de Ferti-irrigación. Querétaro-México. Pp 40.
- Infoagro, 2002. "<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>. del cultivo de tomate de primavera en invernadero. Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería.
- Jensen, J. 1997. Worm Farm takes on new challenges. BioCycle. 56-57.  
<http://gnv.fdt.net/~windle/reference/jan98.htm>
- Kinet, J. M. 1977. Efect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato Sci. Hort. 6: 15-26.
- Labrador, J. 1997. La materia orgánica en los agrosistemas. Ministerio de Agricultura y Pesca. Mundi Prensa. Madrid España. 616 p.
- Lagunes, T. A. y Rodríguez, L. D. A. 1996. Producción y uso de insecticidas vegetales. En: Agricultura orgánica: Una opción sustentable para el agro mexicano. Editor Ruiz, F. J. F. Universidad Autónoma Chapingo.
- López, E. J. 2004. Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno. Tesis. Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila, México.
- Lynch, J. M. 1982. Efecto de la aplicación de los estiércoles sobre la microbiología del suelo. EN: Memorias del Primer Ciclo Internacional de conferencias

sobre la Utilización del Estiércol en la Agricultura. Torreon, Coahuila México.

- Lynch, J. M. 1982. Efecto de la aplicación de los estiércoles sobre la microbiología del suelo. En: Castellaños y Reyes (Edit.). La utilización de los estiércoles en la agricultura. Ing. Agrónomos del tecnológico de Monterrey. 99 – 108.
- Luévano, G A, N E Velásquez G (2001) Ejemplo singular en los Agronegocios estiércol vacuno: de problema ambiental a excelente recurso. 9 (2) : 306-318.
- Márquez, H C, P Cano- Ríos (2004) Producción de tomate orgánico bajo invernadero, En: 2do. Simposium Internacional de Producción de Cultivos en Invernadero. Ch C Leal, J AG Garza (Eds) del 20 y 21 de mayo 2004 en Monterrey Nuevo León, fundación UANL y facultad de agronomía de UANL. Pp1-11.
- Martinez, F. P. (1999) selección fisiotecnia de genotipos sobresalientes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Tesis Buena Vista Saltillo Coah. México.
- Martínez, C. 1996a. Potencial de la Lombricultura. Elementos básicos para su desarrollo. Lombricultura técnica Mexicana. Texcoco, Estado de México, p. 140 México.
- Martínez, C: 2001 potencial de la lombricultura. Elementos básicos para su desarrollo. II ed. Lombricultura técnica Mexicana . Texcoco Estado de México. p. 200. Compost impac on groundwater. Biocycle 34(4):76.
- Mascareño, C. F. y Leyva 1987. Problemas nutricionales en tomate en el valle de Culiacán INIFAP.
- Maynard. A., A. 1993. Compost impac on groundwater. Biocycle 34(4):76.
- Melgarejo, R., M. y I. Ballesteros M. 1997. Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y nutricionales del humus de lombriz y compost. Derivados de diferentes sustratos. Universidad Nacional de Colombia. Revista Colombiana de Química. 26(2): 3-7
- Miles, J. 1985. Soil in The ecosystem. 407-427. In: Fitter, A.H., D. Atkinson, D. J. Read y M.B. Usher (Eds). Ecological interactions in soil, plants, microbes and animals. Blackwell scientific Publications. Oxford, U.K.
- Miller, F.C. 1993. Composting as a process based on the control of ecologically selective factors. 515-544. In: Metting, f. B. Jr (Ed). Soil microbial ecology. Marcel Dekker, Inc. New York, NY:

- Moreno-Reséndez, A, L Gómez F P, R P Cano, V C Martínez, J L Carrillo, H C Márquez (2004) Comportamiento de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en mezclas de vermicomposta y arena Bajo condiciones de invernadero. En: Memoria de la XV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED en Gómez Palacio Dgo. Septiembre 2004.
- Moreno, R A, P M T Valdés L T Zarate (2005) Desarrollo de tomate en sustrato de vermicomposta / arena bajo condiciones de invernadero. Agricultura Técnica (Chile):65(2):27-34.
- Muñoz, R J J (2003). El cultivo de tomate en invernadero. En: Manual de Producción Hortícola en Invernadero. Muñoz R. J.J. y J. Castellanos Z (Eds). INCAPA Celaya, Gto, México. 226 p.
- Muro, J, E Irigoyen I, MC Salas, M Ureterestazu (2003) Evaluación de un nuevo sustrato de cultivo procedente de residuos madereros en el cultivo hidropónico de tomate en la Cornisa Cantábrica. 604 acta Horticultura N° 39 X Congreso Pontevedra 2003. Sustratos fertilización.
- Navejas, J. J. 2002. Producción orgánica de tomate. INIFAP-CIRNE. Desplegable técnica No. 5. Constitución, B. C. S. México
- Nelson, V. R. 1994. Intensificación y conducción del cultivo del tomate. Segundo congreso Internacional de nuevas tecnologías agrícolas. Nayarit, México.155-159.
- Noriega, A., G. ;B. Vidal J.; H. Cruz S. Y S. Bustillos L. 1998. Fundamentos de la Lombricultura, Universidad Autónoma de Chapingo. Méx. 5 P.
- 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. AMS.
- Núñez, E., R. 1981. Principios de fertilización agrícola con abonos orgánicos. En: Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. AGT. Editor. México. 57-64.
- Odum, E.P. 1980. Ecología: El vinculo con las ciencias naturales y las sociales. 3ª. Impresión. Compañía editorial Continental, S.A. México, D.F.
- Odum, E.P.:1972. Ecología. 3ª. Ed. Editorial interamericana, S.A. de C.V. México, D.F.

- Ortega-Farías, S., L Ben-Hur, H Valdez, H Paillan (2003) Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomate de invernadero producido en primavera verano. *Agricultura Técnica (Chile)*. 63(4):394-402.
- Osuna, G. A. 1983. Resultados de la investigación Tomates para uso industrial en el Edo. de Morelos, 1980- 1982., SARH. INIA, CITAMC CAEZ. México.
- Palacios, G. A. de la L 1990. Tesis Efecto del regulador Biozime en Tomate en la Comarca Lagunera. Torreón Coah Pag. 14
- Papadopoulos, A.P. and S. Pararajasingham. 1998. Effects of controlling pH with hydrochloric acid on the growth, yield, and fruit quality of greenhouse tomato grown by nutrient film technique. *Hort Technology*. 8(2): 193-198.
- Paul, E.A. y F.E. Clark. 1989. *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, Inc. San Diego, C.A.
- Pivot, D, A Reist, J-M Gillioz, J-P Ryser (2004) Water quality, climatic environment and mineral nutrition of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) in closed soilless cropping system. Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, Centre des Fougères, CH-1964 Conthey, Switzerland.  
En: <http://www.icia.es/eventos/wqq96/boa/session3.html#> fecha de consulta 15 de noviembre del 2005
- Pratt, P. F. 1982. El valor del estiércol como fertilizante. En: *Memorias del Primer Ciclo Internacional de conferencias sobre la Utilización de estiércol en la Agricultura*. Torreón Coahuila México.
- Quintero, S. R. 1999. El cultivo del aguacate orgánico (*Persea americana* Mill). *Memorias del IV Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica*. Colegio de Postgraduados, 8 al 10 de noviembre de 1999. Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo y Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica.
- Reish, W. H. 1999. ¿ Es la hidroponía orgánica o inorgánica ?. *Red Hidroponía*. Boletín informativo. Ene – Mar. No. 2,
- Riggle, D. 1998. Vermicomposting research and education. *ByoCycle*. 5:54-56. Disponible en: <http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/may98.htm>. Recuperado el 13 julio de 2000.
- 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 59p.

- Rippy, F M J, M M Peet, F J Louws, P V Nelson, D B Orr, K A Sorensen (2004) Plant development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. HortScience 39(2):223-229.
- Rodríguez, D. N., 2002. Producción de tomate (*lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno en la Comarca Lagunera. Tesis nivel de maestría. UAAAN UL. Torreón Coahuila, México. Pp 15, 18 y 76.
- Rodríguez, D. N., E. Favela Ch. , P. Cano R. , A. Palomo G. A. Moreno R. 2005. Evaluación de sustratos en la producción orgánica de tomate bajo condiciones de invernadero. XI congreso nacional Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. UACH. Chihuahua, Chi. México. del 27 al 29 de septiembre del 2005.
- Rodríguez, G., R.; C. Jasso ,D. y Martínez D. 1996. Efecto de Dosis de Hidrogel en el rendimiento de tomate bajo riego. pp. 85-97. Agraria. Vol. 12 Núm. 2 UAAAN Buena Vista Saltillo, Coah. Méx.
- Rojas, P. L. 2000. El Fertirriego y la Plasticultura. 1<sup>ra</sup> Edición. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila. México. Pp 67, 68 y 70.
- 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.
- Ruiz, F. J. F. 1996. Los fertilizantes y la fertilización orgánica, bajo la óptica de un sistema de producción orgánico. Colima, Col. 7 y 8 de noviembre de 1996. Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco, Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica, Gobierno del Estado de Colima y SAGAR-INIFAP.
- Ruiz, F. J. F. 1998. Normatividad y certificación. Primer Curso: El ABC de la agricultura orgánica. Universidad Autónoma Chapingo. 28-30 de septiembre de 1998.
- Ruiz, F. J. F. 1998a. La agricultura convencional fuente de contaminación del suelo y agua. Memorias del III Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica.

Guadalajara, Jal. 5 al 7 de noviembre de 1998. Consejo Estatal de Promoción Económica del Gobierno del Estado de Jalisco, Universidad de Guadalajara y Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica.

Ruiz, F. J. F. 1999. La agricultura orgánica como una biotecnología moderada y ética en la producción de alimentos. Memorias del IV Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica. Colegio de Postgraduados, 8 al 10 de noviembre de 1999. Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo y Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica.

Ruiz, F. J. F. 1999a. Tópicos sobre agricultura orgánica. Tomos I y II. Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica. Universidad Autónoma Chapingo.

Sade, A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas Naciones Generales. Rejovot. Israel. P143.

Sánchez, Del C. F y R. Vázquez J.C.. 2000. Doseles Escaliformes Para la Producción de Jitomate en Ambientes No Restrictivos: pp,181, Memoria. XVIII Congreso Nacional de Fitotecnia Irapuato, Gto. Méx.

Sánchez, H. J. J 2003. Evaluación de Tomate Bajo Condiciones de Invernadero En Dosis de Vermicomposta en Primavera-Verano en La Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México

Santiago, N. J. 1995. Evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones de invernadero, criterios fenológicos y fisiológicos. Tesis, Buena Vista Saltillo, Coah. Méx.

Santos, J. C. 2002. Rendimiento y calidad de tres híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero con fertirrigación. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coahuila, Mexico. Pp 52.

Sanzo, C. A. y Ravera, A. R: ¿ Cómo criar lombrices rojas californias. 1999. Programa de Autosuficiencia Regional. Buenos Aires, Argentina. 29 p.<http://www.geocities.com/HostSprings/Spa/9549/lombriz/libro/intensiva.html>

- SAGARPA, 2006. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Resumen agrícola de la Región Lagunera durante 2005. En: El Siglo de Torreón Resumen Económico de la Comarca Lagunera. 2006.
- SAGARPA, 2002. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. 2002 <http://www.cea.sagar.gob.mx/diagro/analisis/entomate.html-6kanalisis-agropécuario-del-tomate>.
- SAS, (1998) el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12. Edition Cary N.C. United States of America.
- Shindo, M.1994. Significance of Mn (IV) and Fe (III) oxides in the synthesis of humic acids from phenolic compounds.361-366 In: N. Senesi y T.M. Miano (Eds). Humic substances in the global environment and implications in human health. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands.
- Schulten, H.R. 1994. A chemical structure for humic acid. Pyrolysis- gas chromatography/mass spectrometry and pyrolysis- soft ionization mass spectrometry evidence. 43.56. In N. Senesi y T.M. Miano (Eds). Humic substances in the global environment and implications in human health. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands.
- Stewart, B.A. 1982. el efecto del estiércol sobre la calidad del suelo. En : Memorias del primer ciclo internacional de conferencias sobre la utilización del estiércol en la agricultura. Torreón Coah. Méx. pp 5-6.
- Suba, Rao, N.S. 1993 Biofertilizers in agriculture. Oxford & IBH Publishing Co. Nuw Delhi, India.
- Subler, S., Edwards, C. and Metzger, J. 1998. Comparing Vermicomposts And Composts. BioCycle. 39:63-66. Disponible en: <http://gmv.fdt.net/~windle/refrence/july98.htm>. Recuperado el 13 de junio de 2000.
- Subler, S. E. and J. Metzgel. 1998. Comparing vermicompost and compost. Biocycle. 39: 63-66.
- Sweeten, J. M. 1982. Sistemas de manejo de estiércol de bovino y equipos de operación. En: Memorias del primer Ciclo Internacional de Conferencias sobre la Utilización del Estiércol en la Agricultura. Torreón, Coahuila, México.
- Toyes, A., R. S. 1992. La agricultura orgánica: una alternativa de producción para pequeñas zonas agrícolas. Los cabos, Baja California Sur. México. Tesis Profesional. Universidad de Baja California Sur. 145 p.

- Tüzel, H., Y. Tüzel, A. Gül, R.Z. Eltez. 2004. Effects of different leaching fractions and substrates on tomato growing. *acta horticulturae*.
- Tuzel, Y., Yagmur, B & Gumus. 2003. Organic tomato production under greenhouse conditions. *Acta Hort* 614: 775 – 780
- Urrestarazu, M, M C Salas, M I Padilla, J Moreno, M A Elorrieta, G A Carrasco (2001) Evaluation of different compost from horticultural crop residues and their uses in greenhouse soilless
- Van, de Vooren. J. G., W. H. Welles and G. Hayman. 1989. Glasshouse crop production. En: Atherthon J. G. Rudich, J. ( Ed. The Tomato crop Chapman and hall. London : 581-623.
- Van, Emden, H. F. 1965. The role of uncultivated land in the biology of crop pest and beneficial insects. *Scientific Hort.*, 17, 121-136.
- Williams, D.E. 1990. A review of sources for the study of nahuatl plant classification. *Adv. Econ. Bot.* 8. pp. 249-270.
- Zaidan, O. y A. Avidan,(1997). CINDACO. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel
- Zarate, L., T. 2002. Respuesta fisiológica del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en cuatro substratos de vermicomposta en diferentes niveles. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 63 p.
- Zavaleta. M., E. 1989. Modificadores orgánicos y su efecto sobre los fitopatógenos del suelo. En. Ferrera- Cerrato (Edit). *Ecología de la Raíz*. Sociedad de Fitopatología. Montecillo. Méx. 116- 127.

VIII APÉNDICE

**Cuadro A1.** Altura de planta de tomate en sustratos con manejo orgánico en invernadero en otoño-invierno.2005-2006 CELALA 2006.

FV	GL	SC	CM	F	P<F
GENOTIPO	1	19.59	19.59	0.09	0.7677 NS
REP	4	2472	618	2.79	0.0379*
ERROR	44	9759.2	221.8		
total	49	12250			
CV		10.9			

DMS: 0.05 \* significativo

NS= no significativo

**Cuadro A2.** Análisis de regresión lineal en Altura de planta del genotipo Ivonne de tomate en sustratos con manejo orgánico en invernadero en otoño-invierno.2005-2006 CELALA 2006.

FV	GL	SC	CM	F ó RV	P>F
REGRESIÓN	1	29552	29552	700.5	0.0001
ERROR	12	506.2	42.2		
TOTAL	13	30058.4			
CV %		2.7			

**Cuadro A3.** Análisis de regresión lineal en Altura de planta del genotipo Romina de tomate en sustratos con manejo orgánico en invernadero en otoño-invierno.2005-2006 CELALA 2006.

FV	GL	SC	CM	F ó RV	P>F
REGRESIÓN	1	28814.14	28814.4	939.9	0.0001
ERROR	12	367.9	30.66		
TOTAL	13	11666.9			
CV %		3.1			

**Cuadro A4.** Número de nudo de planta de tomate en sustratos con manejo orgánico en invernadero en otoño-invierno.2005-2006 CELALA 2006.

FV	GL	SC	CM	F	P<F
GENOTIPO 1		216.32	216.32	3.37	0.0733 NS
REP	4	138.32	138.3	0.54	0.7083 NS
ERROR	44	2826.5	64.2		
total	49	3181.1			
CV	13.7				

**Cuadro A5.** Cuadrados medios de Calidad de fruto del cultivo de tomate en sustratos con manejo orgánico bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno. UAAAN-UL 2005 en la Comarca Lagunera.

Calidad		Peso	D P	D E	G B	Ep	Nloc
FV	GL	CM	CM	CM	CM		
GENOTIPO	1	4521.5**	0.0190NS	0.2697 NS	0.0338 NS	0.0048 NS	2.17 *
REP	4	398.3	0.7645	0.0824	0.1693	0.0021	0.34
ERROR	42	373	0.8268	0.0809	0.0959	0.0020	0.48
Total	47						
CV		12.9	15.8	4.4	7.5	6.2	16.6

DMS: 0.01 \*\* Altamente significativo

NS= no significativo

**Cuadro A6.** ANEVA de Forma de fruto del cultivo de tomate en sustratos con manejo orgánico bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno. UAAAN-UL 2005 en la Comarca Lagunera.

FV	GL	SC	CM	F	P<F
GENOTIPO	1	3.35	3.35	12.54	0.0010*
REP	4	1.23	0.31	1.15	0.3492NS
ERROR	40	10.69	0.27		
total	45	15.15			
CV	32.6				

**Cuadro A7.** Rendimiento de tomate en sustrato con manejo orgánico bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno 2005-2006. CELALA 2006. Altura

FV	GL	SC	CM	F	P<F
GENOTIPO 1		78681.7	78681.7	76.1	0.0001 **
REP	4	195140.2	48785	47.2	0.0001 **
Genoxrep	4	3664.5	916.1	0.89	0.0933 NS
ERROR	326	337054.7	1033.9		
total	335	657884			
CV		19.3			

DMS: 0.01 \*\* altamente significativo

NS= no significativo