

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE CHERRY  
(*Lycopersicon esculentum* Mill) EN INVERNADERO**

**POR**

**ANDRÉS LÓPEZ PÉREZ**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**MAYO DE 2015**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE CHERRY  
(*Lycopersicum esculentum* Mill) EN INVERNADERO

POR  
ANDRÉS LÓPEZ PÉREZ

TESIS

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:

DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

VOCAL:

ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

VOCAL SUPLENTE:

M.C FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL



M. E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO Coordinación de la División de Agronómicas  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA

MAYO DE 2015.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE CHERRY  
(*Lycopersicum esculentum* Mill) EN INVERNADERO

POR  
ANDRÉS LÓPEZ PÉREZ

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

DR. PEDRO CANO RÍOS

ASESOR:

DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

ASESOR:

ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

ASESOR:

M.C FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL



M. E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO Coordinación de la División de Carreras Agronómicas  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA

MAYO DE 2015.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio narro” por los momentos vividos en ésta institución, cuatros años de trayectoria estudiantil adquiriendo conocimientos y experiencias, para lograr la superación profesional.

A MI ALMA MATER. Por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y haberme adoptado durante estos años en los cuales me brindo cobijo y me dio herramientas suficientes para afrontar mi vida como profesionista.

**A DIOS:** Por el amor infinito que me da cada día, a través de tanta gente buena a mí alrededor, la salud y el bienestar de mis seres queridos y sobre todo por la vida que me da para seguir adelante con la seguridad de que siempre estará a mi lado.

De una manera muy especial, con el más grande respeto y cariño por ser una fuente inagotable de conocimiento y buenos consejos, además de mi gran admiración al ser humano con la capacidad de ayudar a los demás con el único interés de verlos triunfar en lo que se propongan, motivando y sacando lo mejor de cada persona que a él se acerca. A usted **DR. PEDRO CANO RÍOS** mis más infinitas gracias por ayudarme y creer en mí. Es usted el mejor ejemplo a seguir en mi carrera profesional.

Con todo el respeto que se merece, por la gran paciencia que tuvo conmigo para la realización de este trabajo y por dejarme se parte de este proyecto, ya que para mí fue un privilegio haber trabajado con usted y poder aprender grandes cosas para desarrollarme profesionalmente.

A la Dra. **Norma Rodríguez Dimas**, por su gran apoyo incondicional siempre, su amistad valiosa muchas gracias. Por su paciencia, su dedicación, sus

consejos y su gran apoyo hacia mí, en todos los aspectos. Te agradezco de verdad tu comprensión y tu ayuda. Que Dios te bendiga.

Al ING. **Juan Manuel Nava Santos**, por la asesoría brindada en la realización de éste trabajo de investigación, así como su amistad y conocimientos brindados, muchas gracias.

A la M.C. **Francisca Sánchez Bernal**, gracias por todo su apoyo incondicional, le agradezco por haber sido mi maestra y por la motivación para poder terminar satisfactoriamente, muchas gracias.

Al Departamento de Horticultura y la academia de maestros que contribuyeron en mi formación profesional.

Un agradecimiento especial al Dr. César Márquez Quiroz, por la ayudada brindada durante el desarrollo del trabajo en campo y por la contribución a la realización de éste trabajo de investigación.

A mis compañeros de la generación de Ingeniero Agrónomo en Horticultura por haberme dejado ser parte de su formación.

## **DEDICATORIAS**

### **A mis Padres:**

Socorro Pérez López; Gregorio Antonio López López.

Con amor, respeto y admiración por el apoyo que me brindaron durante toda mi carrera. Por quererme tanto de manera incondicional, por estar conmigo siempre que los necesito, por dejarme ser yo mismo y aceptarlo con cariño y por decirme que una profesión sería la herencia que me brindarían. Hoy voy a tomar posesión de ella en honor a ustedes para hacer un buen uso de ella y que puedan sentir la satisfacción de que su esfuerzo no fue en vano. ¡GRACIAS POR TODO, LOS AMO!

Por haber puesto su confianza, fe y esperanza en mí, para lograr mi formación profesional y por su lucha que cada día hizo para que yo pudiera salir adelante muchas gracias.

Por qué no importando que sufrir dieron todo de sí para que este día por fin llegara, quizás con un Gracias no alcanzo a agradecerles todo lo que han hecho por mí, pero papa y mama les dedico este trabajo con todo mi corazón y cariño, que dios me los bendiga siempre su hijo que los ama con todo el corazón.

### **A mis Hermanos:**

Aurora Yuridia López Pérez; Eduardo Alexis López Pérez; Daisy Itzel López Pérez.

Por todo su cariño, comprensión y apoyo que me han dado a través de sus consejos, por estar conmigo en todo momento; se han convertido en una luz porque me transmiten energía con la fuerza de sus corazones para ser mejor cada día por ustedes para que se sientan orgullosos de su hermano, con todo cariño amor y respeto los Amo.

### **A mis abuelos:**

Albertina López, Eziquio Pérez Cruz, Inés López Velasco

**A mis tíos:**

Y a toda la familia porque de una u otra forma han colaborado para poder ver reflejada una meta tan importante en mi vida.

**A mis primos:**

Osiris, Diana, Norma, Itaí, René, Moisés. Por su amor incondicional, su apoyo y haberme motivado a seguir adelante los quiero primos.

**A mis sobrinos:**

Jonathan Damián Gaytán López, Milán Yair Gaytán López

**A mis amigos:**

Ana Patricia, Ariadne, Luz melina, Beatriz, Mar Divina, Elizabeth, Nayeli, Ilse, Osmar, Germain, Pedro Antonio, Ulises, Gil Noé, Rigoberto, Jorge Arnulfo, Rolando, Fredy Armando. Por apoyarme siempre y dándome ánimos de seguir adelante, y nunca dejarme caer como algún día lo pensé, muchas gracias por esos consejos, anécdotas, por los momentos felices que pasamos juntos, por apoyarme en las buenas y en las malas ya que me ayudaron a seguir y nunca darme por vencido los quiero.

## RESUMEN

La producción orgánica, es un método agrícola en el que no se deben de utilizar agroquímicos sintéticos; la producción en invernadero elimina algunos de los problemas de la agricultura orgánica, ya que se garantizan frutos durante todo el año y se evitan los contratiempos ambientales.

El objetivo de este experimento fue evaluar el comportamiento de tomate, tipo cherry, en invernadero, con la aplicación de algas marinas al follaje y té de vermicomposta como fertilizante aplicado en suelo. El trabajo se estableció en el invernadero número dos del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Se realizó un diseño experimental completamente al azar, que consistió en ocho tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total de 32 macetas de 20 kg, consideradas cada una como unidad experimental. Se utilizaron semillas de la variedad Cuauhtémoc de la compañía HARRIS-MORAN.

El análisis de varianza presento diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre los sustratos evaluados, para la variable de rendimiento, en la cual sobresale el (T1) proporción 1:10, con sustrato a base de arena y fertilización mineral con aporte de algas marinas, obtuvo  $36.1 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ , mientras que el tratamiento de menor rendimiento fue (T8) proporción 1:1:1 arena, composta y vermicomposta con  $21.6 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Aunque no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, para la variable número de frutos por planta los tratamientos (T6) proporción 1:1 de arena + vermicomposta + algas y (T2) proporción 1:10 arena + mineral presentaron el mayor valor numérico con 81 y 82 frutos respectivamente.

Para las variables de calidad de fruto no presento diferencias significativas entre los sustratos evaluados, esto es peso de fruto, diámetro ecuatorial, número de lóculos y sólidos solubles.

**Palabras claves:** Compost, Vermicomposta, Algas, Biofertilizantes, Rendimiento.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	iii
RESUMEN.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Importancia del cultivo del tomate.....	3
2.2 Origen.....	4
2.3 Clasificación Taxonómica.....	5
2.3.1 Planta.....	5
2.3.2 Sistema radicular.....	6
2.3.3 Tallo.....	6
2.3.4 Hojas.....	6
2.3.5 Flor.....	6
2.3.6 Fruto.....	7
2.3.7 Composición química.....	7
2.3.8 Tamaño.....	7
2.3.9 Color.....	8
2.3.10 La textura.....	8
2.3.11 Abonos Orgánicos.....	8
2.3.12 Propiedades de los fertilizantes orgánicos.....	8
2.3.13 Propiedades físicas.....	9
2.3.14 Propiedades químicas.....	9

2.3.15	Propiedades biológicas.....	9
2.3.16	Compost.....	9
2.3.17	Nutrientes en el compost.....	11
2.3.18	El vermicompost.....	11
2.3.19	Arena.....	14
2.3.20	Té.....	14
2.3.21	Algas .....	15
2.3.22	Definición de invernadero.....	17
2.3.23	Principales ventajas que aportan los invernaderos .....	19
2.3.24	Principales desventajas que aportan los invernaderos.....	19
<b>III MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>		<b>20</b>
3.1	Localización Geográfica de La Comarca Lagunera .....	20
3.2	Localización del experimento.....	20
3.3	Características del invernadero .....	20
3.4	Procedimiento experimental. ....	21
3.5	Diseño del experimento.....	21
3.6	Trasplante .....	21
3.7	Riego .....	22
3.8	Fertilización orgánica. ....	22
3.9	Fertilización inorgánica .....	23
3.10	Algas .....	23
3.11	Prácticas culturales del tomate .....	24
3.11.1	Poda .....	24
3.11.2	Deshojado.....	24
3.11.3	Entutorado .....	24
3.12	Polinización .....	25
3.13	Control de plagas y enfermedad.....	25
3.14	Cosecha.....	25
3.15	Variables evaluadas .....	25
3.16	Altura de la planta .....	26

3.17	Peso de fruto .....	26
3.18	Diámetro polar.....	26
3.19	Diámetro ecuatorial .....	27
3.20	Sólidos solubles totales (°Brix) .....	27
3.21	Análisis de resultados .....	27
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1	Rendimiento en toneladas por hectárea .....	28
4.2	Números de frutos.....	29
4.3	Peso de fruto .....	30
4.4	Diámetro polar.....	31
4.5	Diámetro ecuatorial .....	32
4.6	Grosor de pulpa .....	33
4.7	Lóculos .....	34
4.8	Sólidos Solubles (°Brix) .....	36
V.	CONCLUSIONES.....	38
VII.	LITERATURA CITADA.....	39
VIII.	APÉNDICE .....	50

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Diseño de los tratamientos. UAAAN UL 2015.....	23
Cuadro 4.2 Número de frutos efecto de sustratos orgánicos en la producción de tomate cherry en invernadero 2015. ....	30
Cuadro 4.3 Peso de fruto efecto de sustratos orgánicos en la producción de tomate cherry en invernadero 2015. ....	31
Cuadro 4.4 Diámetro polar efecto de sustratos orgánicos en la producción de tomate cherry en invernadero 2015. ....	32
Cuadro 4.5 Diámetro ecuatorial (cm) efecto de sustratos orgánicos en la producción de tomate cherry en invernadero 2015.....	33
Cuadro 4.6 Espesor de pulpa (cm) efecto de sustratos orgánicos en la producción de tomate cherry en invernadero 20015. ....	34
Cuadro 4.7 Número de lóculos efecto de sustratos orgánicos en la producción de tomate cherry en invernadero 2015. ....	35
Cuadro4.8 Sólidos solubles efecto de sustratos orgánicos en la producción de tomate cherry en invernadero 2015. ....	36

## ÍNDICE DE APÉNDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza de RMTH de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012. ....	51
Cuadro A2. Análisis de varianza de número de frutos de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012.....	51
Cuadro A3. Análisis de varianza de peso de frutos de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012.....	51
Cuadro A4. Análisis de varianza de diámetro polar de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012.....	52
Cuadro A5. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012.....	52
Cuadro A6. Análisis de varianza de pulpa de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012. ....	52
Cuadro A7. Análisis de varianza de lóculos de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012. ....	53
Cuadro A8. Análisis de varianza de sólidos solubles (Brix) de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012.....	53

## I. INTRODUCCIÓN

La agricultura convencional está basada en el uso de agroquímicos como insecticidas, fungicidas, fertilizantes, herbicidas y otros productos sintéticos. Lo cual, acarrea un alto nivel de contaminación ambiental y del producto, afectando la salud de los consumidores, en la actualidad existe la preocupación de los consumidores por preferir alimentos libres de agroquímicos, inocuos y con alto valor nutricional, en especial los degustados en fresco. La demanda creciente de alimentos y el deterioro del ambiente, obliga a utilizar técnicas de producción que permitan hacer uso más eficiente y sostenible de los recursos (Cruz *et al.*, 2003). Una alternativa para la generación de este tipo de alimentos, es la producción orgánica, método agrícola en el que no se deben de utilizar agroquímicos sintéticos (Márquez *et al.*, 2008).

Por otro lado, Márquez y Cano (2005) determinaron que los elementos nutritivos contenidos en la composta, fueron suficientes para obtener producciones aceptables en tomate cherry. Por otro lado, la producción orgánica nacional de tomate en 2004, se llevó a cabo en 380 ha con rendimientos promedio de 10 t·ha<sup>1</sup> con un precio 5.84 veces mayor que el convencional (SAGARPA, 2005).

En México la producción orgánica de tomate se lleva a cabo en Baja California Sur, con rendimientos bajos, por lo que es conveniente, producir en invernadero, buscando rendimientos mucho más elevados, con la aplicación de insumos orgánicos para garantizar la obtención de un producto orgánico, Según se ha observado, se obtiene mayores rendimientos bajo condiciones de invernadero, es decir, producir orgánicamente en dicho sistema, aumenta la relación beneficio-costos. Por otro lado, se han obtenido rendimientos de tomate orgánico en invernadero de 90 tn/ha cuando se fertiliza con gallinaza. (Tüzel *et al.*, 2003).

Ahmed and shalaby (2012) evaluando pepino con extracto de algas con compost se considera una aplicación adecuada para mejorar el crecimiento vegetativo y la producción de plantas de pepino.

En México, el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (Peralta *et al.*, 2005) es la segunda especie hortícola más importante por superficie sembrada, en sistemas protegidos este cultivo supera las 2,000 ha, alcanzando rendimientos que oscilan entre 100 y 500 t·ha<sup>-1</sup>, los cuales dependen del nivel de tecnificación del invernadero (Sandoval, 2005).

Cabe señalar que la producción en invernadero elimina algunos de los problemas de la agricultura orgánica, ya que se garantizarían frutos durante todo el año, se evitarían los contratiempos ambientales y sobre todo aumentan las ganancias, debido a la sobreproducción con relación a la producción en campo. (Márquez, H., C. *et al.*, 2008).

### **1.1 Objetivo**

Evaluar el comportamiento de tomate tipo cherry en sustratos orgánicos, té de vermicomposta y aplicación de algas marinas en invernadero.

### **1.2 Hipótesis**

En sustratos orgánicos con la aplicación de té de vermicomposta, y algas marinas ayuda a tener mayor rendimiento y desarrollo en plantas de tomate tipo cherry.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Importancia del cultivo del tomate

El tomate es la hortaliza más cultivada en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento, y en menor proporción al aumento de la superficie. Es cultivado en muchas zonas, con amplia variabilidad de condiciones de clima y suelo, aunque se cultiva principalmente en climas secos, tanto para producción en estado fresco como para uso agroindustrial. (Escalona *et al.*, 2009).

En la temporada 2000-2001, la producción fue de 840 ha, sembradas a nivel nacional con una producción promedio por hectárea de 30.13 tn, obteniéndose una producción nacional de 25,309 tn. Esta cantidad no logra satisfacer la demanda nacional, por lo que se tiene que importar de países como Guatemala y Honduras. En el período 2000-2001 se importaron alrededor de 24,462 tn, con un valor de \$ 7,649. Es importante que el productor de tomate incorpore nuevas tecnologías de producción para incrementar su productividad y obtener mayores ingresos, a fin de disminuir las importaciones.

Desde el punto de vista alimenticio, el tomate es la hortaliza que por su versatilidad de consumo es una de las más importantes. A nivel de Norte y Centroamérica, el consumo per cápita por año es alrededor de los 26.9 kg, mientras que a nivel mundial es de 12.6. En cuanto a su contenido nutricional es una de las hortalizas con vitamina y minerales que se demandan en la alimentación humana. (Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, 1993).

La superficie cosechada en México para el cultivo de tomate fue 108,853 ha del cuales 70,864 ha son de tomate cherry y 9,180 ha se produjeron con manejo orgánico (SAGARPA, 2005).

Los mayores productores mundiales de pasta de tomates, después de los EE.UU. son Italia, Turquía, Grecia y China. En los últimos años China ha tomado un rol protagónico en el comercio mundial de tomates en lo que se refiere a tomate para consumo fresco. (FAO) (Escalona *et al.*, 2009).

## **2.2 Origen**

El tomate es una planta nativa de América del Sur, cuyo origen se localiza en la región de los andes (Chile, Colombia Ecuador, Bolivia y Perú), donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres. (Nuez, 2001). Probablemente desde allí fue llevado a Centroamérica y México donde se domesticó y por siglos ha sido básico en la dieta alimenticia. Luego fue llevado por los conquistadores a Europa. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos y para entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia.

En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá. (Escalona *et al.*, 2009).

## 2.3 Clasificación Taxonómica

De acuerdo con Pérez, (2002) establece la clasificación taxonómica del tomate de la siguiente manera.

Reino:	Vegetal
División:	Espermatofita
Subdivisión:	Angiospermae
Clase:	Dicotiledónea
Orden:	Solanales (personatae)
Familia:	Solanaceae
Subfamilia:	Solanoideae
Tribu:	Solaneae
Género:	Lycopersicon
Especie:	esculentum, Mill

### 2.3.1 Planta

El tomate puede presentar básicamente dos hábitos de crecimiento: determinado e indeterminado. La planta indeterminada es la normal y se caracteriza por tener un crecimiento extensivo, postrado, desordenado y sin límite. En ella, los tallos presentan segmentos uniformes con tres hojas (con yemas) y una inflorescencia, terminando siempre con un ápice vegetativo. A diferencia de esta, la planta determinada tiene tallos con segmentos que presentan progresivamente menos hojas por inflorescencia y terminan en una inflorescencia, lo que resulta en un crecimiento limitado. (Rodríguez *et al.*, 1997).

### **2.3.2 Sistema radicular**

El sistema radical de la planta presenta una raíz principal pivotante que crece unos 3 cm al día hasta que alcanza los 60 cm de profundidad, simultáneamente se producen raíces adventicias y ramificadas que pueden llegar a formar una masa densa y de cierto volumen. (Rodríguez *et. al.*, 1997).

### **2.3.3 Tallo**

Los tallos son ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano y con tricomas (pilosidades), simples y glandulares. Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando las hojas, tallos secundarios e inflorescencias. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. (Escalona *et al.* 2009).

### **2.3.4 Hojas**

Las hojas son compuestas e imparipinnadas, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternada sobre el tallo.

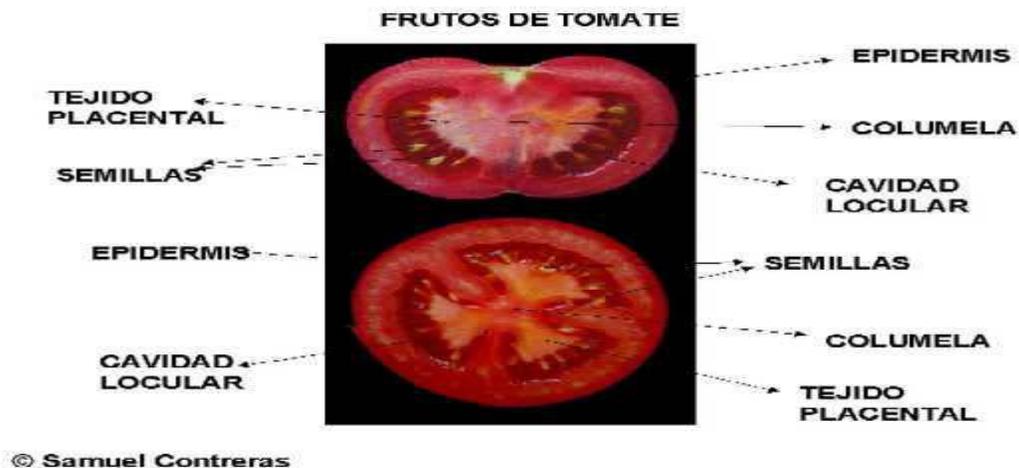
### **2.3.5 Flor**

La flor del tomate es perfecta. Consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal y de igual número de estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y evitan la polinización cruzada. El ovario es bi o plurilocular, las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como “racimos”. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la

primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

### 2.3.6 Fruto

El fruto es una baya o bi plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. (Escalona *et al.*, 2009)



### 2.3.7 Composición química.

A pesar de poseer un valor nutritivo bajo, es una de las mayores fuentes de vitaminas y minerales en la dieta nacional.

### 2.3.8 Tamaño

Está definido por las dimensiones, el peso y el volumen propiedades que pueden ser registradas mediante el empleo de instrumentos elementales como son, balanza de precisión y probeta graduada.

### **2.3.9 Color.**

Es un factor crítico en los frutos por doble motivo:

Es decisivo en la aparición del fruto

Es indicativo casi siempre, del grado de madurez del fruto y de la lozanía del mismo.

El color puede medirse por métodos subjetivos, es decir por apreciación humana de las intensidades y tonos. También es posible determinar el color por medidas objetivas o sea por medio de aparatos sensitivos electrónicamente, a la reflexión de la luz producida por los colores de los objetos opacos.

### **2.3.10 La textura.**

De las frutas y hortalizas depende de la turgencia, cohesión, forma y tamaño de las células, la presencia de tejidos de sostén y de la composición de la planta. (Reina, C. E *et. al.*, 1998)

### **2.3.11 Abonos Orgánicos**

#### **2.3.12 Propiedades de los fertilizantes orgánicos**

(Figuroa *et al.*, 2007) indica que los fertilizantes orgánicos o abonos orgánicos tienen propiedades, que ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hace aumentar la fertilidad de este básicamente, actúa en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

### **2.3.13 Propiedades físicas**

El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se puede absorber con mayor facilidad los nutrimentos, mejora la permeabilidad del suelo, disminuye la erosión del suelo, y aumenta la retención del agua.

### **2.3.14 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 aumenta la fertilidad.

### **2.3.15 Propiedades biológicas**

Favorece la aireación y oxigenación del suelo.

Constituye una fuente de energía para los microorganismos.

### **2.3.16 Compost**

De acuerdo con (Mustin, (1987) el composteo es el proceso biológico de descomposición de compuestos orgánicos hasta la formación de un producto estable y rico en sustancias húmicas.

Para favorecer el compostaje es necesario crear las condiciones ideales para la actividad microbiana, como: la cantidad adecuada de agua, oxígeno.

Alimentación balanceada. La intensa actividad microbiana durante este proceso provoca un aumento en la temperatura. En el lombricomposteo para evitar este calentamiento que causa daño a las lombrices, se trabaja con camas de poca altura (Siles 1998, Bollo1999). Una de las formas de transformar los residuos orgánicos en material fertilizante, es someterlos a un proceso de descomposición (aeróbico o anaeróbico) hasta un compuesto estable llamado humus.

Figueroa y cueto (2002) mencionan que la elaboración de compost, ya sea bacteriana o mediante lombrices, tienen varias ventajas. Reduce los olores del estiércol, no atrae moscas, minimiza la concentración de patógenos reduce la diseminación de maleza, adición de compuestos orgánicos estabilizados que mejoran la estructura del suelo, mientras que como desventaja, se añade el costo que implica su elaboración.

En la producción orgánica, los compost son aceptados dentro del proceso de producción, únicamente deben cumplir ciertos requisitos como es el de voltearlo por lo menos cinco veces, manteniendo la temperatura entre 131 y 170°C por tres días y que la relación de C: N sea entre 25:1 y 40:1 Nogueroles y Sicilia (2004).

El compost es el abono orgánico por excelencia y es lo más cercano en que la naturaleza fertiliza los bosques y los campos. Las ventajas del compost son muchas, pero las principales que se derivan de su uso continuo son: retiene nutrimentos evitando que se pierdan a través del perfil del suelo; mejora la estructura del suelo; retiene la humedad; limita la erosión; contiene micro y macro elementos; estabiliza el pH del suelo y neutraliza las toxinas; sus ácidos disuelven los minerales del suelo haciéndolos disponibles; propicia, alimenta y sostiene la vida microbiana, y no contamina el suelo, el agua, el aire, ni los cultivos(FIRA, 2003) .

### **2.3.17 Nutrientes en el compost**

N, P, y K son los símbolos de los tres principales nutrientes que requieren las plantas; por ley, todo producto que se venda como abono debe estar respaldado por un análisis de estos tres minerales: el nitrógeno para el crecimiento de las partes verdes de la planta, para formación de proteínas y como fuente de alimento en los montones de composta; el fósforo para la energía de la planta y para las flores y semilla; el potasio para la síntesis de proteína y translocación (o transporte) de los carbohidratos para fabricar tallos robustos. Las plantas requieren también un buen abastecimiento de materia orgánica para obtener cantidades suplementarias de nitrógeno, fósforo, azufre, cobre, zinc, boro y molibdeno.

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

### **2.3.18 El vermicompost**

Luévano y Velásquez (2001) citan que la lombriz de tierra es un integrante natural que se encuentra en los suelos contribuyendo de manera decisiva a su fertilidad, ya que desarrolla una actividad esencial en la aireación y estructuración de los suelos. Se ha encontrado que este organismo es capaz de transformar residuos orgánicos en compuestos fácilmente asimilables por la planta, además de favorecer la mineralización del suelo; acelera la aceleración de compost y el ciclo de los nutrientes; mejora el drenaje y favorece la propagación de bacterias nitrificantes; ayuda al intercambio de capas del suelo evitando el encostramiento, y ayuda a la recuperación de los suelos erosionados.

Magnano y Gómez (1999) señalan que las lombrices de tierra son indispensables en la agricultura orgánica, ya que ayudan al establecimiento de compost de origen urbano, industrial o agrícola. La actividad de las lombrices puede generar compost de calidad, el cual se obtiene después de que la materia orgánica ha sido degradada por los hongos, bacterias y protozoarios, organismos que son los que en realidad sirven de alimento a las lombrices y que son ingeridos junto con el sustrato en que se encuentran; toda esta mezcla al salir como excremento junto con el suelo forman un producto ideal como mejorador del suelo.

Rynk (1992) alude a dicho producto, que es el abono producido por la lombriz, se le conoce como lombri-abono, lombri-compost o vermi-compost, el cual contiene los materiales y nutrimentos óptimos para los cultivos agrícolas. La lombriz que se utiliza para el procedimiento de desechos orgánicos es la *Eisenia fétida*, también considerada como lombriz roja californiana. El lombri-composteo es un método biológico de tratamiento de materia orgánica para transformarla a un estado estable (humus) mediante la acción de la lombriz de tierra. Se pueden diferenciar tres aspectos: un sustrato base (materia orgánica fresca), el agente de transformación (lombriz) y un producto final (lombri-compost).

Nogueroles y Sicilia (2004) señala que el humus de lombriz es un fertilizante biológico de estructura coloidal, producto de la digestión, que se presenta como un producto desmenuzable, ligero e inodoro. Es un producto terminado, imputrescible y no fermentable.

Contiene una carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrimentos haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean elevados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo (Luévano y Velásquez 2001).

Se considera como uno de los abonos orgánicos de fácil manejo y producción rápida en las plantas de composteo; tiene buenas características físicas, químicas, microbiológicas y nutrimentales (Kulkarni *et al.*, 1996).

El Vermi compost posee gran contenido de elementos nutritivos, fácilmente asimilables, como N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, entre otros, además contiene sustancias biológicamente activas que pueden actuar como reguladores del crecimiento vegetal (Atiyeh *et al.*, 2001). Debido a estas características se han reportado respuestas favorables, en la producción de tomate en invernadero, cuando las concentraciones del VC no superan al 20 % en volumen del sustrato de crecimiento comercial denominado Metro-Mix 360®, ya que a mayor concentración se reduce su productividad (Atiyeh *et al.*, 2000).

Con respecto al empleo de los abonos orgánicos, Ramos-Gourcy *et al.* (2011) destacan que en México, la horticultura orgánica ha sido considerada como la cuarta rama en producción orgánica del país, con una superficie cultivada de 3,813 ha y una generación de divisas cercana a los 47 millones de dólares. Este sistema de producción revaloriza la agricultura tradicional, genera empleos, estimados en 34,5 millones de jornales anuales, mayores ingresos para los productores y sin impactos nocivos al ambiente (Gómez-Tovar *et al.*, 2000).

Adicionalmente, se ha destacado que las razones que justifican la producción de chile empleando abonos orgánicos con técnicas de acolchado y riego por goteo pueden permitir: a) ahorro de energía derivada del petróleo, b) ahorro de agua, c) disminución drástica de la contaminación del suelo, agua y atmósfera, d) mayor rentabilidad de la inversión, e) proporcionar un medio sano para el trabajador del campo, f) alimentos y otros bienes no contaminados para los consumidores, g) aumento de la demanda de productos orgánicos por parte de los consumidores (Ramos-Gourcy *et al.*, 2011).

### **2.3.19 Arena**

Es un material natural inerte que se emplea en el confección de mezclas para sustratos artificiales este tipo de sustratos es necesario lavarse antes de ser empleadas.

No debe tener niveles altos de carbonato de calcio, pues alteraría la solución nutritiva (Castellano., 2004; Abad., 2005).

### **2.3.20 Té**

Es un término muy utilizado para designar la fermentación aeróbica de compost ya hecho (estabilizado) o directamente con plantas. Se dejan en remojo durante 7-10 días, en bolsas, revolviendo 2 veces al día. Luego se retiran los materiales sólidos y se agregan activadores y “comida” al caldo de cultivo para el crecimiento óptimo de microorganismos. En la producción de gran escala de estos preparados se utilizan tanques con sistemas de bombeo de oxígeno (Bizzozero, 2006).

El té de composta es un líquido producido por nutrientes solubles y bacterias extrayendo, hongos, protozoarios y nematodos del abono. El proceso realizado es a una temperatura constante, aunque el crecimiento de los organismos puede elevar la temperatura como resultado de su calor producido. El té contiene todos los nutrientes solubles extraídos del abono, pero también contiene todas las especies de bacterias, hongos, protozoarios y nematodos en el abono. No todos los individuos en el abono, pero se encuentran representantes de todas las especies en el té de composta asegurándose sólo especies beneficiosas están presentes en el abono (Salter, 2004).

Se usa el té de composta por dos razones: Para inocular la vida microbiana en la tierra o hacia el follaje de plantas, y para agregar los nutrientes solubles al follaje o a la tierra o alimento de los organismos presentes en las plantas. El uso de té del abono se hace pensando en los organismos de la tierra o de las plantas. Los pesticidas químicos-basados, fumigantes, herbicidas y un poco de fertilizantes sintéticos matan un rango de los microorganismos beneficiosos que ayudan al crecimiento de la planta, mientras los tés de composta mejoran la vida en la tierra y en las superficies de la planta.

El té de composta de alta calidad se relaciona con los microorganismos beneficiosos e inocula la superficie de la hoja, en lugar de destruirlos. (Cascadia, 2001). Es un extracto líquido de la composta que contiene los nutrientes solubles, compuestos favorables para la planta y microorganismos benéficos (Salter, 2004); coincide con Steve (2002) menciona que el té de composta es una moderna terminología, es un extracto de la composta preparada con una fuente de comida microbial como la melaza, alga marina, ácidos húmicos fúlvicos, es una preparación aeróbica.

### **2.3.21 Algas**

Blaine *et al.* (1990) y Crouch y Van Staden (1992), consideran que los cambios que se presentan en las plantas, se deben principalmente a la acción y efecto de los nutrimentos y de las sustancias naturales que las algas marinas contienen, cuyos efectos son similares a los de los reguladores de crecimiento de las plantas.

Por siglos, las algas marinas se han usado tal cual de 20 a 30 ton/ha como abono de suelos en superficies cercanas a las playas y costas donde se recolectan. El uso de productos derivados de las algas marinas (harina, extractos,

polvos solubles), es relativamente reciente, unos 50 años y, por sus bajas dosis, es factible usarlos en áreas distantes al mar (Senn, 1987).

Conforme a lo reportado por Blaine *et al.* (1990) y Crouch y Van Staden (1992), el incremento en los rendimientos y la buena calidad de los frutos como efecto del uso de las algas marinas y o sus derivados en la agricultura, se debe a que las algas marinas contienen: todos los elementos mayores, todos los elementos menores y todos los elementos traza que ocurren en las plantas; además 27 sustancias naturales reportadas hasta ahora cuyos efectos son similares a los de los reguladores de crecimiento de las plantas; vitaminas, carbohidratos, proteínas, sustancias biocidas que actúan contra algunas plagas y enfermedades, y agentes quelatantes como ácidos orgánicos y manitol.

Cuando el proceso para la elaboración de los derivados de algas marinas es el adecuado, los microorganismos que con ellas viven asociados, permanecen en estado viable y se propagan donde se aplican, incrementando las cantidades de los elementos y de las sustancias que contienen, potenciando su acción. Las proteínas (enzimas) que tanto las algas marinas como los microorganismos que las acompañan sintetizan y emiten (exoenzimas), cuyas acciones, tanto en el suelo como en la planta, son interesantes.

Fox y Cameron (1961) y López, *et al.* (1994), en sus respectivos trabajos, reportan la acción de las enzimas como fuente de vida, es de considerarse que al aplicar foliarmente extractos de algas marinas por ejemplo, las enzimas que estas conllevan, refuerzan en las plantas su sistema inmunitario y activan sus funciones fisiológicas (más vigor). Resultado: plantas más sanas con mejor nutrición y más vigorosas.

Reyes (1991) y Reyes (1993), al aplicar algas marinas o sus derivados al suelo, encontró que bajan las arcillas y subió el limo y la arena, bajaron los carbonatos, se formaron poros y se ajustó el pH del suelo. Canales (1997) y

Canales (1998), consideran que esto es debido a que las enzimas que las algas conllevan, provocan y/o activan en el suelo, reacciones de hidrólisis, de tal manera, que al reaccionar con las arcillas silíceas o las arcillas de hidróxidos más arena, actúan del compuesto que se encuentra en mayor cantidad en favor del que se encuentra en menor proporción y tiende a llevarlo al equilibrio; o sea, al suelo franco, ajustando también el pH.

### **2.3.22 Definición de invernadero**

Un invernadero se convierte como una construcción cubierta artificialmente, con materiales transparentes, con el objeto de proveer un ambiente climático favorable durante todo el año para el desarrollo de los cultivos; por otro lado, un cultivo forzado o protegido se define como aquel que durante todo el ciclo productivo o en una parte del mismo crece en un microclima acondicionado por un invernadero. Los objetivos que persigue el cultivo protegido tales como incremento de la producción, precocidad y mayor calidad de la cosecha, además de lo anterior, el cultivo se orienta a la producción de plantas de origen climático diferente del ambiente natural donde se desea cultivarlas (Rodríguez y Jiménez, *et al* 2002; Juárez López 2011).

Definir el concepto de invernadero en la actualidad es una tarea compleja. Debido al desarrollo tecnológico de los últimos años, es posible encontrar definiciones que mencionan diferentes aspectos que lo definen, así como, de distintas épocas. Algunas de las definiciones revisadas son las siguientes.

El invernadero es una estructura cerrada con una cubierta y paredes de forma plana o curva, transparente o traslucido, en el que es posible encontrar varios grados de temperatura, humedad, nivel de elementos nutritivos, foto-

periodos, intensidad luminosa, concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico, sistemas de fertirrigación y el medio radicular (Dubois, 1980 citado por Alviter, *et al.*, 2000).

Torres (1998) citado por Buso (2000) define al invernadero como una estructura de materiales diversos, cubierta con una películas transparentes o traslucida equipado con un conjunto de equipos que permiten el control de los factores ambientales y sin menos cabo de la productividad.

(Sánchez *et al.*, (2003) lo define como una construcción agrícola, con una cubierta traslucida que tiene por objeto reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas de cultivo establecida en su interior, con cierta independencia del medio exterior.

En México la agricultura protegida está en un aplico crecimiento y desarrollo, en el año 2008 se reportaron 10,000 ha (Juárez López et al 2011), mientras que la (Sagarpa 2005) reporto 11,700 ha. Mientras que la asociación mexicana de agricultura protegida en el 2010 reporto 15,300 ha en general los invernaderos constituyen el 44% y la malla sombra el 51% de esta superficie.

### **2.3.23 Principales ventajas que aportan los invernaderos**

Precocidad.

Aumento de calidad y rendimiento.

Producción fuera de época.

Ahorro de agua y fertilizantes.

Mejor control de insectos y enfermedades.

Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo por año.

### **2.3.24 Principales desventajas que aportan los invernaderos**

Alta inversión inicial

Alto costo de operación

Requiere personal ejecutivo de alto nivel, de experiencia práctica y conocimientos Teóricos.

La producción del cultivo de tomate cherry bajo condiciones de invernadero han permitido obtener frutos con mayor calidad y mayor rendimiento, en cualquier época del año, a la vez que permite alargar el ciclo de cultivo, lo cual permite producir en las épocas del año más difíciles y por consiguiente obtener mejores precios (Infoagro, 2003).

## **III MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 Localización Geográfica de La Comarca Lagunera**

La región lagunera se localiza en la parte central de la posición norte de México ubicada entre los meridianos 101° 40' y 104 ° 45' de longitud Oeste, y los paralelos 25° 05' y 26° y 54' de latitud Norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar (msnm) es en promedio de 1,129. 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 °C., una mínima de 11.68 °C y una temperatura media de 19.98 °C (CNA, 2009).

### **3.2 Localización del experimento**

El experimento se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, ubicada en la Carretera Santa Fe, Periférico Km. 1.5 en la Ciudad de Torreón, Coahuila. En el departamento de horticultura y en el invernadero # 2.

### **3.3 Características del invernadero**

La forma del invernadero donde se llevó a cabo el experimento es de forma semicircular, tiene una superficie de 180 m<sup>2</sup>, con una estructura metálica, cubierta con polietileno transparente, con malla sombra del 50% para amortiguar la radiación solar y cuenta con un sistema de enfriamiento que consta de una pared húmeda y un par de extractores para la circulación de aire, ambos sistemas

están sincronizados para accionarse en forma automática por los sensores, y también un termómetro para monitorear las temperaturas.

### **3.4 Procedimiento experimental.**

Se realizó la siembra el 03 de octubre del 2011, en charolas de 200 cavidades. Utilizando como sustrato Peat-moss, se depositó una semilla por cavidad a 2 cm de profundidad. La variedad a utilizar fue Cuauhtémoc de la compañía HARRIS-MORAN. El llenado de macetas se llevó a cabo el día 20 de octubre del 2011, etiquetados con los siguientes datos: número de maceta, repetición y nombre del genotipo.

### **3.5 Diseño del experimento**

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar en el cual se evaluaron ocho tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, teniendo un total de 32 unidades experimentales (macetas), el cual consistió en diferentes mezclas de sustratos, a base de arena, composta y vermicompost, proporciones mencionadas en el Cuadro 2.1.

### **3.6 Trasplante**

El trasplante se realizó al momento en que la plántula alcanzó 15 cm de altura, esta actividad se realizó 07 de noviembre de 2011.

### **3.7 Riego**

El riego se hizo manualmente, antes de realizar la siembra se aplicó un riego pesado para drenar el exceso de sales (lavado de macetas) posteriormente a la germinación, cada riego fue de 500 mL por maceta de té de vermicompost dos veces al día, uno en la mañana y otro en la tarde, y 500 mL de solución nutritiva para macetas de tratamientos minerales. Conforme al desarrollo fenológico de la planta se llegó a aplicar la cantidad de 2 litro de agua por día, distribuido en el transcurso del día, 1 L en la mañana y otro en la tarde.

### **3.8 Fertilización orgánica.**

Para los tratamientos orgánicos se aplicó té de Vermicomposta el cual se elaboró de acuerdo a la metodología de Edwards *et al.* (2010); como se describe a continuación: para eliminar el exceso de cloro que se utiliza para potabilizar el agua, en un tambo de 100 litros se colocaron 60 L de agua y se generó turbulencia durante tres horas con una bomba de aire. Posteriormente, se colocaron 6 kilos de vermicompost en una bolsa de plástico tipo red colocando la bolsa con la vermicompost dentro del tanque con agua previamente aireada. Finalmente se agregó 40 gr de piloncillo como fuente de energía soluble, 15 mililitros de una fuente de nitrógeno, fosforo y potasio orgánico (Gregalis®, 8 % N, 10 % P, 8 % K, Agroquímicos Versa S.A. de C. V.). La mezcla se dejó fermentar por 24 horas con la bomba de aire encendida. Para diluir el té a una proporción 1:3 se utilizó 1 L de té de vermicompost por cada 3 litros de agua, de esta mezcla se aplicara 1 L por maceta.

### 3.9 Fertilización inorgánica

Para los tratamientos con fertilización mineral se aplicó según la etapa fenológica del cultivo con la solución Steiner.

Se realizó una solución nutritiva a base de nitratos para los tratamientos de fertilización mineral. Se realizó una mezcla de nitratos de potasio (76 gr) en 100 L de agua, y se alternaba con fosfato de amonio.

**Cuadro 2.1 Diseño de los tratamientos. UAAAN UL 2015.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Sustrato</b>	<b>Proporción por maceta</b>	<b>Fertilización</b>
T1	Arena	(1:1)	Mineral y algas
T2 (Testigo)	Arena	(1:1)	Mineral
T3	Arena y compost	(1:1)	Orgánica
T4	Arena y compost	(1:1)	Orgánica y algas
T5	Arena y vermicompost	(1:1)	Orgánica
T6	Arena y vermicompost	(1:1)	Orgánica y algas
T7	Arena compost y vermicompost	(1:1:1)	Orgánica
T8	Arena compost y vermicompost	(1:1:1)	Orgánica y algas

### 3.10 Algas

Se hicieron seis aplicaciones del producto con extracto de algas (Algaenzims®, de la empresa PALAO-BIOQUIM S. A. de C. V.), para los tratamientos con algas; la 1ª aplicación se hizo al momento del trasplante (aplicación foliar al cepellón del 1%), la 2da aplicación foliar ( $1 \text{ L ha}^{-1}$ ) se efectuó al inicio de la floración y después de cada corte, se aplicó vía foliar el producto ( $250 \text{ mL ha}^{-1}$ ).

### **3.11 Prácticas culturales del tomate**

#### **3.11.1 Poda**

La poda se realizó semanalmente durante el desarrollo fenológico del cultivo, evitando la proliferación de tallos axilares y eliminando las guías secundarias a partir del segundo nudo. Estas prácticas se realizaron con la finalidad de dejar la planta a un tallo o guía principal, lo cual ayuda a tener una mejor precocidad y amarre de flores. Se realiza también para tener un mejor control y tamaño de los frutos.

#### **3.11.2 Deshojado**

El deshoje se realizó para la eliminación de hojas secas o enfermas y también para la ventilación entre las plantas, para ello se utilizaron tijeras y una mezcla de cloro con agua para la desinfección de las tijeras cada vez que se cortaba una guía u hojas y frutos dañados, esto se hizo para evitar la transmisión y desarrollo de enfermedades.

#### **3.11.3 Entutorado**

El tutorado se realizó para mantener a la planta erguida y así mismo aprovechar el espacio en la parte superior, y así evitar que el fruto entre en contacto directo con el suelo. El tutoreo se realizó a los 30 días después de la siembra con rafia de aproximadamente 4 metros sujetándolo a uno de los extremos del invernadero y alrededor de la maceta, cada vez que la planta se desarrollaba se enredó entre las hojas hasta llegar al ápice principal.

### **3.12 Polinización**

En la polinización se llevó acabo de forma manualmente por lo general en las mañanas, revisando siempre que las temperaturas ambientales sean adecuadas para polinizar.

### **3.13 Control de plagas y enfermedad**

La plaga que ocasiono daño al cultivo fue; mosquita blanca.

Para el manejo y control de esta plaga se utilizó un producto a base de extracto de neem cuyo nombre comercial es Phytoneem®, es un insecticida a base de extracto de Neem.

### **3.14 Cosecha**

La cosecha se realizó al momento en que el fruto alcanzo una coloración rojiza, para esta práctica se realizaron varios recorridos en todas las plantas para observar los frutos, se dejó como espacio para cada cosecha una semana para ayudar a la planta a llenar los frutos maduros para la siguiente cosecha.

### **3.15 Variables evaluadas**

Para determinar las variables que se evaluaron observamos el desarrollo de la planta desde la siembra hasta la cosecha a fin de conocer el desarrollo del cultivo y diferenciando las variables establecidas. Las variables fueron las

siguientes, rendimiento, número de frutos, peso del fruto, diámetro ecuatorial, diámetro polar, grosor de pulpa, lóculos, sólidos solubles.

### **3.16 Altura de la planta**

Consistió en medir al azar cada una de las plantas con una cinta métrica desde la base hasta la parte más alta de la misma, la primera altura que se realizó fue a los 15 días después de la siembra y así sucesivamente registrando los datos obtenidos.

### **3.17 Peso de fruto**

Para el peso de cada uno de los frutos se llevó a cabo con una báscula manual, pesando primero un tomate por racimo para después pesar el total de frutos cosechados.

### **3.18 Diámetro polar**

Para medir el diámetro polar se colocó el fruto en forma vertical utilizando el Vernier o pie de rey graduado en cm, tomando la distancia de polo a polo de los tomates escogidos.

### **3.19 Diámetro ecuatorial**

Al igual que el diámetro polar en esta variable se utilizó el Vernier colocando el fruto en forma transversal sobre el vernier o pie de rey graduado en cm.

### **3.20 Sólidos solubles totales (°Brix)**

Para la obtención de los sólidos solubles se utilizó un refractómetro, el cual se le colocó cuatro gotas del jugo de tomate seleccionado en el cristal y se observó por el lente ocular, el resultado que nos brindó se expresa en grados Brix, cada vez que se tomó la lectura se limpiaba el cristal con papel suave absorbente para que al tomar las siguientes lecturas no alterara y fuera más precisos los datos de cada muestra.

### **3.21 Análisis de resultados**

Para el análisis de resultados se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System) for Windows, V6.12 Institute Inc., desarrollado por Barr y Goodnight en 1998, en la Universidad Estatal de Carolina del Norte.

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Rendimiento en toneladas por hectárea

El análisis de varianza presento diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos ( $P \leq 0.01$ ) el tratamiento que presento mayor valor numérico fue (T1) arena + algas + mineral con  $36.1 \text{ t.ha}^{-1}$ . Los tratamientos orgánicos estadísticamente iguales son, (T6) arena + vermicompost + composta y (T5) arena + vermicompost, tuvieron rendimientos aceptables con valores de 29.8 a  $26.8 \text{ t.ha}^{-1}$ . Mientras que el tratamiento de menor valor lo obtuvo el (T8) arena + compost + vermicompost + algas con  $21.6 \text{ t.ha}^{-1}$ .

**Cuadro 4.1 Rendimiento en toneladas por hectárea efecto de sustratos orgánicos en la producción de tomate cherry en invernadero 2015.**

Sustrato	Rendimiento ( $\text{t.ha}^{-1}$ )	Agrupamiento
AAMIN	36.1	A
AMIN	35.0	AB
AVA	29.8	ABC
AC	26.6	ABC
AV	26.8	ABC
ACA	25.2	BC
ACV	23.6	C
ACVA	21.6	C
Media	29.87	
DMS	10.8 **	
C.V	26.1	

AAMIN = Arena+ Algas + Solución Nutritiva; AMIN= Arena+ Solución Nutritiva; AVA= Arena + Vermicompost + Algas+ TV; AC=Arena+ Composta+ TV; AV=Arena + Vermicompost + TV;

ACA=Arena + Composta + Algas +TV; ACV= Arena + Composta + Vermicompost + TV; ACVA=Arena + Composta + Vermicompost + Algas + TV. D.M.S. (Diferencia Mínima significativa).

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

La producción orgánica nacional de tomate en el 2004, rendimientos promedio de  $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , con un precio 5.84 veces mayor que el convencional (SAGARPA, 2005), mientras que, la producción orgánica nacional de tomate cherry para el 2003, se reportan en 402 ha rendimientos promedio de  $3.05 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , con un precio 3.31 veces mayor que el convencional (SAGARPA, 2005).

Estos resultados no superaron a lo obtenido por Márquez *et al.* (2006) reporta producciones de tomate cherry orgánico  $48.507 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Márquez *et al.* (2008) mencionan que al producir tomate orgánico en invernadero se supera en 9.14 veces los rendimientos obtenidos en campo y nuestros resultados con  $27.95 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  superan en 5.4 veces los rendimientos obtenidos en campo.

Estos resultados superaron a los reportados por Francisco (2004) evaluando sustratos orgánicos con tomate cherry encontró para el tratamiento arena más vermicomposta un rendimiento de  $24 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Y en arena con composta  $22.4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Moreno *et al.*, (2005) determinaron que la producción de tomate en invernadero puede efectuarse en mezclas de vermicomposta y arena produjeron el mismo rendimiento que arena con solución nutritiva.

## 4.2 Números de frutos

El análisis de varianza (Cuadro A2) no presento diferencia significativa entre tratamientos ( $P \geq 0.05$ ) para la variable número de frutos, obteniéndose una media una media de 67 frutos por planta. Aunque no hubo diferencias estadística, los mayores valores numéricos los obtuvieron los tratamientos de

arena + mineral (T2) y arena + vermicomposta + algas (T6) con 82 y 81 frutos respectivamente. Cuadro 4.2.

**Cuadro 4.2 Número de frutos efecto de sustratos orgánicos en la producción de tomate cherry en invernadero 2015.**

Sustrato	Medias	Agrupamiento
AMIN	81.75	A
AVA	80.75	A
AV	68.25	A
ACA	66.75	A
AAMIN	64.25	A
ACVA	62.25	A
ACV	56.75	A
AC	55.75	A
Media	67.062	
DMS	23 NS	
C.V	23.7	

AAMIN = Arena+ Algas + Solución Nutritiva; AMIN= Arena+ Solución Nutritiva; AVA= Arena + Vermicompost + Algas+ TV; AC=Arena+ Composta+ TV; AV=Arena + Vermicompost + TV; ACA=Arena + Composta + Algas +TV; ACV= Arena + Composta + Vermicompost + TV; ACVA=Arena + Composta + Vermicompost + Algas + TV. D.M.S. (Diferencia Mínima significativa).

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

### 4.3 Peso de fruto

El análisis estadístico no presento diferencia significativas entre los tratamientos sin embargo el que presento un mayor valor numérico fue (T1) arena + algas + mineral con (15.3 gr. Por fruto).

**Cuadro 4.3 Peso de fruto efecto de sustratos orgánicos en la producción de tomate cherry en invernadero 2015.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Peso de fruto (g)</b>	
AAMIN	15.348	A
AC	11.765	A
AV	10.733	A
ACV	10.208	A
AMIN	9.943	A
ACA	9.73	A
AVA	9.275	A
ACVA	8.783	A
Media	10.7	
DMS	4.3NS	
C.V	27.2	

AAMIN = Arena+ Algas + Solución Nutritiva; AMIN= Arena+ Solución Nutritiva; AVA= Arena + Vermicompost + Algas+ TV; AC=Arena+ Composta+ TV; AV=Arena + Vermicompost + TV; ACA=Arena + Composta + Algas +TV; ACV= Arena + Composta + Vermicompost + TV; ACVA=Arena + Composta + Vermicompost + Algas + TV. D.M.S. (Diferencia Mínima significativa).

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Estos resultados coinciden a lo obtenido por Márquez *et al.* (2006) quienes evaluaron tomate cherry con mezclas de sustratos orgánico y reportan una media de 10 gr. y fueron inferiores a los reportados por Francisco (2004) evaluando tomate cherry con sustratos orgánicos reporta una media de 11.2 gramos.

#### **4.4 Diámetro polar**

El análisis estadístico presento diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en los tratamientos (Cuadro A.4). Siendo el (T1) arena + algas + mineral con 2.98 cm. el que sobre sale de los demás, y el más bajo en cuanto a diámetro polar fue el (T8) arena + composta + vermicomposta + algas con 2.3 cm. (Cuadro 4.4).

**Cuadro 4.4 Diámetro Polar efecto de sustratos orgánicos en la producción de tomate cherry en invernado 2015.**

Tratamiento	Diámetro Polar (cm)	
AAMIN	2.98	A
AC	2.76	AB
AV	2.72	CB
ACV	2.66	CB
AMIN	2.64	CB
ACA	2.56	CBD
AVA	2.49	CD
ACVA	2.34	C
Media	2.64	
DMS	0.25**	
C.V	6.5	

AAMIN = Arena+ Algas + Solución Nutritiva; AMIN= Arena+ Solución Nutritiva; AVA= Arena + Vermicompost + Algas+ TV; AC=Arena+ Composta+ TV; AV=Arena + Vermicompost + TV; ACA=Arena + Composta + Algas +TV; ACV= Arena + Composta + Vermicompost + TV; ACVA=Arena + Composta + Vermicompost + Algas + TV. D.M.S. (Diferencia Mínima significativa).

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Estos resultados coinciden a lo obtenido por Márquez *et al.* (2006) quienes evaluaron tomate cherry con mezclas de sustratos orgánico y reportan una media de 2.45 cm de diámetro.

#### 4.5 Diámetro ecuatorial

El análisis de varianza no presento diferencia significativa entre los tratamientos ( $P \geq 0.05$ ). Aunque no hubo diferencia estadística el (T2) testigo arena + solución nutritiva mostro el mayor valor numérico de diámetro con 2.66 cm.

Estos resultados coinciden a lo obtenido por Márquez *et al.* (2006) quienes evaluaron tomate cherry con mezclas de sustratos orgánicos y reportan una media de 2.43 cm de diámetro ecuatorial. Y superaron a los obtenidos por Francisco (2004) quien reporta una media de 2.25 cm.

**Cuadro 4.5 Diámetro ecuatorial (cm) efecto de sustratos orgánicos en la producción de tomate cherry en invernadero 2015.**

Sustrato	Medias	Agrupamiento
AMIN	2.6650	A
AAMIN	2.6175	A
ACV	2.5525	A
AVA	2.4725	A
AV	2.4200	A
AC	2.4200	A
ACVA	2.3500	A
ACA	2.5400	A
Media	2.47	
DMS	0.26 NS	
C.V	7.1	

AAMIN = Arena+ Algas + Solución Nutritiva; AMIN= Arena+ Solución Nutritiva; AVA= Arena + Vermicompost + Algas+ TV; AC=Arena+ Composta+ TV; AV=Arena + Vermicompost + TV; ACA=Arena + Composta + Algas +TV; ACV= Arena + Composta + Vermicompost + TV; ACVA=Arena + Composta + Vermicompost + Algas + TV. D.M.S. (Diferencia Mínima significativa).

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

#### 4.6 Grosor de pulpa

El análisis estadístico presento diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ). (Cuadro A6). Los tratamientos (T3) arena + composta mostraron mayor espesor de pulpa con 0.54 cm (Cuadro 7). Estos resultados superaron a los reportados por

(Micaela, 2012) 0.33 y 0.49 cm al evaluar Respuesta del tomate cherry a diferentes sustratos orgánicos y frecuencia de riego.

**Cuadro 4.6 Espesor de pulpa (cm) efecto de sustratos orgánicos en la producción de tomate cherry en invernadero 20015.**

Sustrato	Medias	Agrupamiento
AC	0.54000	A
ACA	0.46500	A
AV	0.30750	B
AAMIN	0.30250	B
ACV	0.28000	B
AMIN	0.26250	B
ACVA	0.24250	B
AVA	0.21750	B
Media	0.32	
DMS	0.12**	
C.V	26.5	

AAMIN = Arena+ Algas + Solución Nutritiva; AMIN= Arena+ Solución Nutritiva; AVA= Arena + Vermicompost + Algas+ TV; AC=Arena+ Composta+ TV; AV=Arena + Vermicompost + TV; ACA=Arena + Composta + Algas +TV; ACV= Arena + Composta + Vermicompost + TV; ACVA=Arena + Composta + Vermicompost + Algas + TV. D.M.S. (Diferencia Mínima significativa).

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

#### 4.7 Lóculos

El análisis de varianza (Cuadro A.7) no presento diferencia significativa al ( $P \geq 0.05$ ) indicando que la media en lóculos es de 2 en todos los tratamientos (Cuadro 4.7).

**Cuadro 4.7 Número de lóculos efecto de sustratos orgánicos en la producción de tomate cherry en invernadero 2015.**

Sustrato	Medias	Agrupamiento
AC	2.14	A
ACA	2.13	A
AAMIN	2.05	A
ACV	2.05	A
AV	2.04	A
ACVA	2.35	A
AVA	2.30	A
AMIN	2.00	A
Media	2.061	
DMS	0.12NS	
C.V	4.1	

AAMIN = Arena+ Algas + Solución Nutritiva; AMIN= Arena+ Solución Nutritiva; AVA= Arena + Vermicompost + Algas+ TV; AC=Arena+ Composta+ TV; AV=Arena + Vermicompost + TV; ACA=Arena + Composta + Algas +TV; ACV= Arena + Composta + Vermicompost + TV; ACVA=Arena + Composta + Vermicompost + Algas + TV. D.M.S. (Diferencia Mínima significativa).

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Hernández (2003) reporta para los genotipos Atila y Barbarían 2.69 y 3.20 números de lóculos, estos resultados concuerdan con los obtenidos en esta investigación con 2.30 y 2.35 números de lóculos. Los resultados igualan lo mencionado por Melo (2007), que concluye que la interacción de fertilización orgánica e inorgánica no influye en el número de lóculos.

#### 4.8 Sólidos Solubles (°Brix)

El análisis estadístico no mostro diferencia significativa entre los tratamientos ( $P \geq 0.05$ ) (Cuadro A8). Nuestros resultados arrojo una mayor cantidad de grados Brix al (T7) con arena + compost + vermicomposta con un promedio de (7.0275). En los cuales nuestros tratamiento (T1) arena+ algas + mineral, resulto con los promedios más bajos (5.3200).

**Cuadro4.8 Sólidos solubles efecto de sustratos orgánicos en la producción de tomate cherry en invernadero 2015.**

Sustrato	Medias	Agrupamiento
ACV	7.0275	A
AC	6.9275	A
ACA	6.5275	A
ACVA	6.3600	A
AV	6.1625	A
AVA	6.0375	A
AMIN	5.4500	A
AAMIN	5.3200	A
Media	6.22	
DMS	1.4 NS	
C.V	15	

AAMIN = Arena+ Algas + Solución Nutritiva; AMIN= Arena+ Solución Nutritiva; AVA= Arena + Vermicompost + Algas+ TV; AC=Arena+ Composta+ TV; AV=Arena + Vermicompost + TV; ACA=Arena + Composta + Algas +TV; ACV= Arena + Composta + Vermicompost + TV; ACVA=Arena + Composta + Vermicompost + Algas + TV. D.M.S. (Diferencia Mínima significativa).

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Estos resultados coinciden a lo obtenido por Márquez *et al.* (2006) quienes evaluaron tomate cherry con mezclas de sustratos orgánico y reportan una media de 7.8 cm de diámetro ecuatorial, en arena con composta encontraron 7 °Brix, mientras que en arena vermicomposta reportan 8. °Brix. También coinciden a los reportados por Francisco (2004) evaluando sustratos orgánicos con tomate cherry encontró una media de 7.1 °Brix. Mitchell *et al.* (1991), mencionan que una mayor concentración de sales, trae consigo mayor acumulación de sólidos solubles.

## V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que los abonos orgánicos utilizados: arena compost vermicompost poseen características que les permite ser contemplados como alternativa para el proceso de fertilización ya que estos abonos lograron sustituir las soluciones nutritivas.

Al evaluar los efectos entre los sustratos y la fertilización se encontró diferencia significativa, el tratamiento con mejor rendimiento es el (T1) arena + algas + solución nutritiva (Mineral) obtuvo ( $36.1 \text{ t.ha}^{-1}$ ) 17 % más, mayor rendimiento que el (T6) arena + vermicompost + algas obtuvo ( $29.8 \text{ t.ha}^{-1}$ ) y 26 % más que los tratamientos orgánicos de vermicomposta y composta con arena más té de vermicomposta ambos con  $27 \text{ t.ha}^{-1}$ . Esta producción fue superior al rendimiento de tomate orgánico en campo que son 10 tha. Por lo tanto la aplicación de los fertilizantes orgánicos no afecto la calidad de fruto ya que fueron estadísticamente iguales en número de frutos, peso, diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos solubles y numero de lóculos. Ya que solo se encontró diferencia significativa en rendimiento espesor de pulpa, al utilizar sustratos orgánicos, nos permite disminuir los costos de producción.

## VII. LITERATURA CITADA

- Abad, M., P. Noguera y C. Camón. 2005. Sustratos para el cultivo sin suelo y Fertirrigación. *In: Fertirrigación cultivos hortícolas y ornamentales*. C. Cadahia (coord.). 3ra ed. Mundi-Prensa. Madrid, España, pp. 299-352.
- Ahmed and E.A. Shalaby. Effect of Different Seaweed Extracts and Compost on Vegetative Growth, Yield and Fruit Quality of Cucumber. *Journal of Horticultural Science& Ornamental Plants* 4 (3): 235-240, 2012.
- Alvite, D.2000. Construcción y manejo de invernaderos en la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) alternativa prometedora para el valle del Mezquital, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. U.A. Chapingo, México. pp. 1-8.
- Atiyeh, R. M., C. A., Edwards, S. Subler, and J. D. Metzger. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Biores. Technol.* 78: 11-20.
- Atiyeh, R. M., N. Q. 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.

BETTIOL, W.; GHINI, R.; HADDA, G. J A.; CASSIO, S. R. 2004 Organic and conventional tomato cropping systems. *Sci. Agric.* 61: 253-259.

Bizzozero, F. 2006. Biofertilizantes Nutriendo Cultivos sanos. *Tecnologías Apropriadas*. Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas CEUTA. Pp 22-23.

Blaine Metting, William J. Zimmerman, Ian Crouch and Johannes van Staden 1990. *Agronomic Uses of Seaweed and Microalgae. Introduction to Applied Phycology*. Pp.589-627. Ed. by. The Hague, The Netherland (1990).

Buso, G. 2000. *Tecnología de Invernadero para la producción de Jitomate (Lycopersicon esculentum, Mill)*. Memoria de experiencia profesional para licenciatura. U.A. Chapingo. Chapingo México. pp 1-8; 51-73.

Canales López, Benito. 1997. *Las Algas en la Agricultura Orgánica*. Editado por el Consejo Editorial del Estado de Coahuila. (1997). 323 páginas.

Canales López, Benito. 1998. *Algas-Enzimas: Posibilidades de su uso para Estimular la Producción Agrícola y mejorar los suelos*. In: *Memorias*. 3er. Foro Nacional Sobre Agricultura Orgánica. Guadalajara, Jal., México. Nov. 1998. p.1-12.

Cascadia Consulting Group, Inc.,2001.Submitted to:Office of Environmental ManagementCity of Seattle.Pp. 17-18.

Castellanos, J.Z. y P. Vargas-Tapia. 2004. El uso de sustratos en la horticultura bajo invernadero, In: Manual de producción hortícola en invernadero. J.Z. Castellanos Intagri México 2., pp. 124-150.

Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, I. (1993). Guía técnica cultivo de tomate de mesa. *Guía técnica CEDAF, Serie cultivos*.

Crouch and J. van Staden 1992. Evidence of the Presence of Plant GrowthRegulators in Commercial Seaweed Products. Departament of Botany, University of Natal, Republic of South Africa. Ed. Kluwer Academic Publishing. Printed inNetherlands

Cruz, R.V., de Almeida T., V.C., de Andrade, I.F., Neto, A.I., do Nascimento, R., V., y Villa, A., F. 2003. Producao de minocas e composicao mineral do vermicomposto e das fezes procedentes de bubalinos e bovinos. Cien. Agrotec., Lavras. 27: 1409-1418.

Dimas, N. R., Ríos, P. C., Viramontes, U. F., Chávez, E. F., Reséndez, A. M., Hernández, C. M., Martínez, E. O., and Rangel, P. P. (2009). Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra Latinoamericana***27**, 319-327.

Escalona V. C; Alvarado V.P.; Monardes M., H., Urbina T., C., Martin B., A., 2009. "Manual de cultivos de Tomate"(Lycopersicum esculentum mill.) Nodo Hortícola VI Región Univ. de C. S. Universidad de chile. Pág. 1-60.

Figueroa VG. U.; P. Cano R.; C. Márquez H.; E. Ochoa M., N. Rodríguez D. y A. Moreno R. 2007. Uso de Compostas como sustrato orgánico en la producción de tomate en invernadero..*In*: Uso y Aprovechamiento de Abonos Orgánicos e Inocuidad. (Ed) E. Salazar S.; H. I Trejo E., I. Oruna C.; C. Vázquez V. Sociedad Mexicana de Ciencias del Suelo-CONACYT. Pp 274-291.

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

FIRA, 2003 Agricultura Orgánica. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. Mexico, DF.

Fox, Bryan A. and Cameron, Allan G. 1961. Food Science, Nutrition and Health. Six Edition. Ed. Edward Arnold, a division of Hodder Headline PLC, 338 Euston Road, London NW1 3BH (1995).

Francisco V., B. (2004) Producción Orgánica de Tomate Cereza (Cherry) Bajo Condiciones en Invernadero ING. Agrónomo Antonio Narro UL. P.76-81. Torreón Coahuila Mex.

Gómez-Tovar, L., M. A. Gómez C., y R. Schwentesius R. 2000. Hortalizas Orgánicas. De Riego. 13:8 - 13.

Hashemimajd, K.; Kalbasi, M.; Golchin, A. and Shariatmadari, H. 2004. Comparison of vermicomposta and compost as potting media for growth of tomatoes. *Journal of Plant Nutrition* 27:1107-1123.

HEEB, A.; LUNDEGARDH, B.; ERICSSON, T.; SAVAGE, P. G. 2005. Nitrogen form affects yield taste of tomatoes. *J. Food Sci. Agric.* 85: 1405-1414.

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

<http://www.cityofseattle.net/environment/Documents/Final%20Compst%20Tea%20report.pdf> consultado el 27 de septiembre del 2006.

<http://organichaccp.org/Upload/OrganicHAACCP/Leaflet/ES/12-Tomatoes> Es.pdf (Consulta 28-08-07).

Infoagro, 2003. El Cultivo del tomate. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate8.asp>

Juárez- López P., Bugarín-Montoya R., Castro Brindis R., Sánchez-Monteón A. L., Cruz-Crespo E., Juárez-Rosete C. R., Alejo- Santiago S., Balois- Morales R. 2011b. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. *Revista Fuente*. Año 3 No. 8. ISSN 2007 – 0713.pp.1 Disponible en: <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/4.pdf>

Kulkarni, B. S., U. G. Nalawadi and R.S. Giraddi. 1996. Effect of vermicompost and vermiculture on growth and yield on China aster (*Callistophus chinensis* Nees.) cv. Ostrich Plume mixed. South Indian Horticulture. 44: 33-35 (Abstr).

López D.A., Williams, R. M., Miehlke, K. Manzana, J. 1994. Enzimas, Fuente de Vida. Fundación de Investigación Inmunológica (IERF), 1+822 Monticelo Place, Evanston, Illinois 60201 - 1748. Imprenta Weber Offset GmbH. D 80993 Munich. Ed. en español, Edika Med, S.L. C/San Salvador 63-65. 08024 Barcelona, España. (1994).

López E. J. I. 2003. Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. México.

Luévano, G. A. y N. E. Velásquez G. 2001. Ejemplo singular en los Agronegocios estiércol vacuno: de problema ambiental a excelente recurso. Año vol.:9 (2) 306-320.

Magnano, J. C. y Gómez O. 1999. Curso de lombricultura. Vita-Fértil.

Márquez C. & Cano P. 2005. Producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. Actas Portuguesas de Horticultura No. 5, Vol 1: 219-224.

MÁRQUEZ H., C.; CANO R., P. 2004. Producción Orgánica de Tomate Bajo Invernadero. pp. 1-11. En: C. A. LEAL CH. Y J. A GARZA G. (eds). Memorias del Segundo Simposio Internacional de Producción de Cultivos en invernaderos. Facultad de Agronomía-UANL, Monterrey N. L. México.

Márquez Hernández, C., Cano Ríos, P., and Rodríguez Dimas, N. (2008). Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agricultura técnica en México***34**, 69-74.

Márquez, H.C., y Cano R. P. 2004 Producción de tomate orgánico bajo invernadero, In. 2do Simposium Internacional de producción de cultivos en invernadero (Eds) Ch C Leal J AG Garza del 10 al 21 de mayo de 2004 en Monterrey Nuevo León, Fundación UANL y facultad de agronomía de UANL pg. 1-11.

Márquez-Hernández, C., Cano-Ríos, P., Chew-Madinaveitia, Y., Moreno-Reséndez, A., and Rodríguez-Dimas, N. (2006). Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura***12**, 183-189.

Mitchell, J.P., C. Shennan y S.R. Grattan. 1991. Developmental changes in tomato fruit composition in response to water deficit and salinity. *Physiol. Plant* **83**: 177-185.

Mora L. 1999. Sustrato para cultivos sin suelo o hidroponía. XI Congreso Nacional Agronómico. III Congreso Nacional de Suelos. Pp. 97.

Moreno Reséndez, A., and Valdés Pérez Gasga, M. T. (2005). Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. *Agricultura Técnica* **65**, 26-34.

Mustin, M. 1987. Le compost, *Gestión de la Materie organique*. Editions Francois DUBUSC, p.954.

Nogueroles, C. y Silicia, A. 2004. Conocimientos, técnicas y productos para la agricultura y la ganadería. Imag Impressions, S.I., Benifaió, agrícolas orgánicas. México, DF.

Nuez V., F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp 626-669. En:F. Nuez (Ed.) *El Cultivo del tomate*, Editorial Mundi-Prensa, México.

Peralta, I. E., S. Knapp, and D. M. Spooner. 2005. New Species of Wild Tomatoes (*Solanum Section Lycopersicon: Solanaceae*) from Northern Peru, *Systematic Botany*. 30(2):424–434.

Pérez, M.D. 2002. Evaluación de microtuneles aplicada en la solución nutritiva y folia mente para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura UAAAN-UL. Torreón, Coahuila México Pp. 51.

Ramos-Gourcy, F., J. S. Aguilar-Rubalcava, M. A. López-Gutiérrez, Y. M. Ochoa-Fuentes, y O. Vázquez Martínez. 2011. Efecto de abonos orgánicos en el

rendimiento del cultivo de chile ancho (*Capsicum annuum* L.), y sobre las características químicas del suelo de la parcela experimental. Rev. Investig. Ciencia. (51): 3-9.

Reina, C. E et. al. 1998 MANEJO POSTCOSECHA Y EVALUACION DE LA CALIDAD DE TOMATE (*Lycopersicon Esculentum* Mill) QUE SE COMERCIALIZA EN LA CIUDAD DE NEIVA Carlos Emilio Reina G. 1998.

Reyes Ríos, Dora María. 1991. Efecto de la Necromasa Algacea como Acondicionador en las propiedades Físico-Químicas de Suelo Arcilloso y Arenoso. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah., México.

Reyes Ríos, Dora María. 1993. Efecto de Algas Marinas y Ácidos Húmicos en un suelo Arcilloso y otro Arenoso. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah., México.

Rodríguez M. R. y Jiménez D.F. 2002. Manejo de invernadero. In Memoria de la XIV Semana Internacional de agronomía FAZ-UJED. Venecia Durango. Pp 58-65.

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

Rodríguez R., R.; Tabares R.J.Y J. Medina S.1997. Cultivo moderno del tomate. Segunda Edición. Editorial Mundi - Prensa. Madrid España Pp. 65-85.

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

Rynk, R. 1992. On-Farm composting handbook. Regional Agricultural Engineering Service. Cooperative Extension. New York, p. 186.

SAGARPA 2001. Resumen Agrícola Región Lagunera. Delegación en la región lagunera, sub-delegación de planeación y desarrollo rural. Torreón Coahuila.

Salter, C. 2004. Compost Tea – Rebuilding Soil & Plant Biological Health. New México Recycling Coalition Conference.

Sánchez, H., J. J. 2003 Evaluación d tomate bajo condiciones de invernadero en dosis de vermicomposta en primavera verano 2002 en la comarca lagunera. Tesis de Licenciatura UAAAN-UL.

Sandoval, V. M. 2005. Densidad de plantas. Un dilema técnico en la producción de tomate rojo en hidroponía e invernaderos, Productores de hortalizas. Especial de tomate. Núm. Esp. p. 14-17.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). 2005. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP). Sistema de información agropecuaria de consulta. SIACON. Versión 1.1.

Senn, T.L. 1987 Seaweed and plant Growth. Traducido al Español por Canales López Benito. Crecimiento de Alga y Planta. Ed. Alpha Publishing Group, Houston, Texas, USA. (1994).

Siles, J. 1998. El manejo de desecho de broza con lombrices californianas. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 93.

Steve, D. 2002. Notes on Compost Teas: A Supplement to the ATTRA Publication "Compost Teas for Plant Disease Control" Ozark Mountains at the University of Arkansas in Fayetteville. Disponible en: [www.attra.ncat.org](http://www.attra.ncat.org).

Tüzel, Y., B. Yagmur, and M. Gümüs. 2003. Organic tomato production under greenhouse conditions. Acta Hort. 614: 775-780.

## VIII. APÉNDICE

**Cuadro A1. Análisis de varianza de RMTH de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012.**

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados de media	F valor	Pr≥F
Tratamiento	7	7465.340390	1066.477199	5.85	0.0007**
Repetición	3	215.137913	71.712638	0.39	0.7589 NS
Error	21	3825.76087	182.17909		
Total	31	11506.23917			
CV	26.1				
Media	29.87				

\*\* Altamente significativo al 1%, \* Significativo al 5% NS No significativo

**Cuadro A2. Análisis de varianza de número de frutos de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012.**

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados de media	F valor	Pr≥F
Tratamiento	7	2679.87	382.83	1.50	0.2198 NS
Repetición	3	2042.62	680.87	2.67	0.0735 NS
Error	21	5345.37	254.54		
Total	31	10067.8			
CV	23.7				
Media	67.0				

\*\* Altamente significativo al 1%, \* Significativo al 5% NS No significativo

**Cuadro A3. Análisis de varianza de peso de frutos de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012.**

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados de media	F valor	Pr≥F
Tratamiento	7	120.8964469	17.2709210	2.02	0.0998NS
Repetición	3	22.3132094	7.4377365	0.07	0.4713
Error	21	179.1369656	8.5303317		
Total	31	322.3466219			
CV	27.2				
Media	10.7 g				

\*\* Altamente significativo al 1%, \* Significativo al 5% NS No significativo.

**Cuadro A4. Análisis de varianza de diámetro polar de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012.**

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados de media	F valor	Pr≥F
Tratamiento	7	1.00469688	0.14352813	4.86	0.0022**
Repetición	3	0.15303438	0.05101146	1.73	0.1921NS
Error	21	0.62019063	0.02953289		
Total	31	1.77792188			
CV	6.49				
Media	2.64				

\*\* Altamente significativo al 1%, \* Significativo al 5% NS No significativo

**Cuadro A5. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012.**

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados de media	F valor	Pr≥F
Tratamiento	7	0.40857188	0.05836741	1.86	0.1274NS
Repetición	3	0.08865938	0.02955313	0.94	0.4373NS
Error	21	0.65766562	0.03131741		
Total	31	1.15489688			
CV	7.13				
Media	2.47				

\*\* Altamente significativo al 1%, \* Significativo al 5% NS No significativo

**Cuadro A6. Análisis de varianza de pulpa de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012.**

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados de media	F valor	Pr≥F
Tratamiento	7	0.36357187	0.05193884	6.92	0.0002**
Repetición	3	0.03235937	0.01078646	1.44	0.2605NS
Error	21	0.15771563	0.00751027		
Total	31	1.15489688			
CV	26.48				
Media	0.32				

\*\* Altamente significativo al 1%, \* Significativo al 5% NS No significativo

**Cuadro A7. Análisis de varianza de lóculos de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012.**

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados de media	F valor	Pr≥F
Tratamiento	7	0.06919688	0.00988527	1.36	0.2731NS
Repetición	3	0.03490937	0.01163646	1.60	0.2193NS
Error	21	0.15271563	0.00727217		
Total	31	0.25682188			
CV	4.1				
Media	2				

\*\* Altamente significativo al 1%, \* Significativo al 5% NS No significativo

**Cuadro A8. Análisis de varianza de sólidos solubles (Brix) de tomate cherry con tratamientos de fertilización orgánica bajo invernaderos durante el periodo 2011-2012.**

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados de media	F valor	Pr≥F
Tratamiento	7	10.82374688	1.54624955	1.76	0.1501 <b>NS</b>
Repetición	3	2.71533438	0.90511146	1.03	0.4005NS
Error	21	18.49604062	0.88076384		
Total	31	32.03512188			
CV	15.1				
Media	6.22				

\*\* Altamente significativo al 1%, \* Significativo al 5% NS No significativo

