

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**“Respuesta en la Producción y calidad del tomate  
(*Lycopersicum esculentum* Mill) al uso de fertilización orgánica  
en invernadero”**

**Por:**

**AMELIO ELI MORALES MORALES**

**TESIS**

PRESENTADACOMOREQUISITO

PARCIALPARAOBTENERELTÍTULODE:

**INGENIEROAGRÓNOMO**

**TORREÓN,COAHUILA,MÉXICO**

**DICIEMBRE DE 2012**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**RESPUESTA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL TOMATE  
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) AL USO DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA  
EN INVERNADERO**

POR:

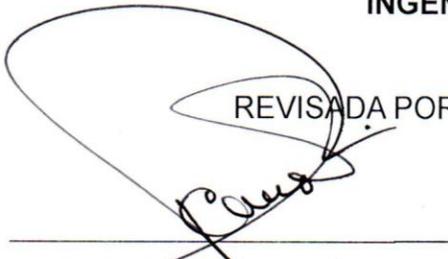
AMELIO ELI MORALES MORALES

TESIS

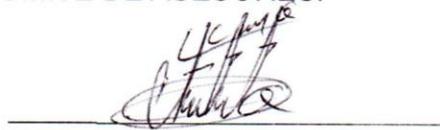
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

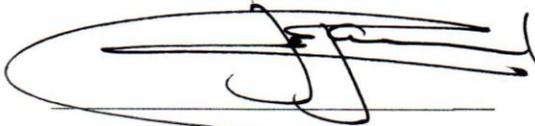
REVISADA POR EL COMITÉ DE ASESORES:



Dr. PEDRO CANO RÍOS  
ASESOR PRINCIPAL



MC. CÉSAR MÁRQUEZ QUIROZ  
ASESOR EXTERNO



Dr. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ  
ASESOR



Dr. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO  
ASESOR



Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**RESPUESTA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL TOMATE**  
**(*Lycopersicum esculentum* Mill.) AL USO DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA**  
**EN INVERNADERO**

POR:  
AMELIO ELI MORALES MORALES

TESIS  
QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

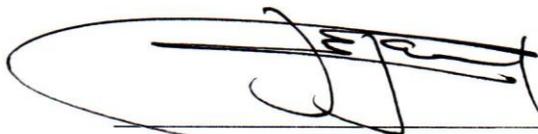


Dr. PEDRO CANO RÍOS  
PRESIDENTE DEL JUARADO

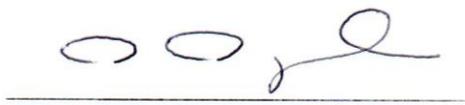
APROBADA POR:



MC. CÉSAR MÁRQUEZ QUIROZ  
VOCAL



Dr. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ  
VOCAL



Dr. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO  
VOCAL



Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



División de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2012

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS:**

Por darme la vida y las fuerzas para poder terminar un proyecto de vida, por cumplir un sueño hecho realidad, que sin Él no hubiera podido cumplir.

### **A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”:**

Por los momentos vividos en ésta institución, cuatros años de trayectoria estudiantil adquiriendo conocimientos y experiencias, también a mis maestros que contribuyeron en mi desarrollo profesional.

### **A MIS ASESORES:**

Dr. Pedro Cano Ríos  
MC. César Márquez Quiroz  
Dr. Alejandro Moreno Resendez  
Dr. José Luis Reyes Carrillo

Por el apoyo recibido y la asesoría brindada para poder terminar este proyecto.

### **A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:**

Gracias por ser parte de mi vida, a todos los que han estado conmigo siempre pero en especial a Adieser, Mica, Lilis, Nico, Rafy, Yesi, Mayra, y a mis compañeros por haber compartido momentos inolvidables y haberme dejado ser parte su formación en el transcurso del mismo.

## DEDICATORIAS

### **A MIS PADRES:**

Maximino Morales Velázquez (†  
EPD) y Audencia Morales De León

Por confiar en mí, poniendo el mayor de  
sus esfuerzos para poder brindarme una  
buena educación, por los consejos y los  
valores que me han inculcado pero por  
sobre todo por su infinito amor

### **...HERMANOS:**

Ebelio, Abigail, Daviel, Marisol, Nolvi,  
Luis y Yaquelin

Porque a pesar de estar lejos siempre  
pensando que este proyecto seria de  
todos, les dedico el siguiente éxito  
motivándolos a seguir adelante para  
alcanzar las metas propuestas en la vida.

### **...ABUELITOS Y TIOS:**

Por todas sus oraciones y apoyo  
recibido. A todos mis tíos que me  
han ayudado en esta carrera de la  
vida.

### **...Loivi:**

Mi gran amiga que a  
compartido conmigo momentos  
maravillosos así como  
momentos difíciles.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iii
<b>DEDICATORIAS</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	ix
<b>INDICE DE APENDICE</b> .....	x
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>I.- INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Objetivo:.....	3
1.2 Hipótesis: .....	3
<b>II.- REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1 Cultivo del Tomate .....	4
2.1.1 Origen .....	4
2.1.2 Domesticación .....	5
2.2 Importancia Mundial.....	5
2.2.1 Importancia Nacional .....	5
2.2.2 Producción de Tomate en la Comarca Lagunera .....	6
2.3 Definición e Importancia de la Agricultura Orgánica .....	6
2.3.1 La Agricultura Orgánica en el Mundo.....	7
2.3.4 Ventajas de la agricultura orgánica .....	9
2.3.5 Problemática de la agricultura orgánica.....	10
2.3.6 Compromisos de la Agricultura Orgánica.....	11
2.3.6.1 Calidad Alimentaria .....	11
2.4 La Fertilización Orgánica .....	11
2.5 Sustratos.....	13
2.5.1 Características Físicas, Químicas y Biológicas.....	14
2.5.1.1 Densidad.....	15
2.5.1.2 Granulometría .....	15
2.5.1.3 Porosidad.....	16
2.5.1.5 Sustrato Ideal.....	16

2.5.1.6 pH .....	16
2.5.1.7 Capacidad de Intercambio Catiónico .....	17
2.5.1.8 Salinidad .....	17
2.6 Sustratos Orgánicos .....	17
2.6.1 Compost.....	18
2.6.2 Té de Compost .....	20
2.6.3 Vermicompost .....	22
2.7 Horticultura Protegida .....	24
2.7.1 Horticultura Protegida en México .....	25
2.7.2 Generalidades de los Invernaderos .....	25
2.7.3 Productividad en Invernaderos .....	27
2.7.4 Problemática en Invernaderos .....	27
<b>III.- MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>29</b>
3.1 Localización Geográfica del Área Experimental.....	29
3.2 Descripción del Invernadero .....	29
3.3 Diseño Experimental .....	30
3.4 Preparación del C, VC y del TVC.....	30
3.5 Manejo y Desarrollo del Cultivo .....	32
3.5.1 Siembra.....	32
3.5.2 Trasplante .....	32
3.5.3 Riegos.....	32
3.5.4 Polinización.....	33
3.5.5 Tutorado.....	33
3.5.6 Control Fitosanitario.....	33
3.5.7 Cosecha.....	34
3.6 Variables Evaluadas.....	34
3.6.1 Altura de Planta.....	34
3.6.2 Número de Frutos por Planta.....	34
3.6.3 Peso Promedio de Fruto .....	34
3.6.4 Diámetro Polar del Fruto .....	35
3.6.5 Diámetro Ecuatorial .....	35

3.6.6 Sólidos Solubles .....	35
3.6.7 Espesor de Pericarpio.....	35
3.6.8 Número de lóculos .....	35
3.6.9 Rendimiento.....	36
3.7 Análisis de Datos .....	36
<b>IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Altura de Planta.....	37
4.2 Número de frutos .....	38
4.3 Peso Promedio de Fruto .....	40
4.4 Diámetro Polar del Fruto .....	41
4.5 Diámetro Ecuatorial de Fruto .....	42
4.6 Contenido de Sólidos Solubles .....	43
4.7 Espesor de Pericarpio.....	44
4.8 Número de Lóculos.....	45
4.9 Rendimiento.....	46
<b>V.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>VI.- LITERATURA CITADA.....</b>	<b>48</b>
<b>APÉNDICE .....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1</b> Composición química del vermicompost. ....	24
<b>Cuadro 2. 2</b> Clasificación de Invernaderos Según su Nivel Tecnológico.....	26
<b>Cuadro 3.1</b> Análisis químico de la arena, compost, vermicompost y té de vermicompost. 2011.....	31
<b>Cuadro 4.1</b> Ecuaciones de regresión para los tipos de fertilización en relación con la altura de planta. UAAAN-UL. 2011.....	38
<b>Cuadro 4.2</b> Medias de la interacción genotipos x tipo de fertilización para la variable Número de Frutos. UAAAN UL. 2011 .....	39
<b>Cuadro 4.3</b> Medias de interacción genotipos x tipos de fertilización para la variable Peso Promedio del Fruto. UAAAN UL 2011 .....	40
<b>Cuadro 4.4</b> Medias para la variable Diámetro Polar para los efectos principales de genotipos y tipos de fertilización. UAAAN UL 2011 .....	41
<b>Cuadro 4.5</b> Medias para la variable Diámetro Ecuatorial para los efectos principales de genotipos y tipos de fertilizacion evaluados. UAAAN-UL 2011. ....	42
<b>Cuadro 4.6</b> Medias para la variable sólidos solubles para los efectos principales de genotipos y tipos de fertilizacion estudiados. UAAAN-UL 2011 .....	43
<b>Cuadro 4.7</b> Medias de genotipos y el tipo de fertilización evaluados para la variable de Espesor de Pericarpio. UAAAN UL 2011 .....	44
<b>Cuadro 4.8</b> Medias de interacción genotipos y tipos de fertilizacion para la variable de Número de Lóculos. UAAAN UL 2011 .....	45
<b>Cuadro 4.9</b> Medias de interacción genotipo x tipo de fertilización para la variable de Rendimiento. UAAAN UL 2011 .....	46

## INDICE DE APENDICE

<b>Cuadro 1A.</b> Análisis de varianza para la Altura de la planta en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.....	58
<b>Cuadro 2A.</b> Análisis de varianza para la variable Rendimiento en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011. ....	58
<b>Cuadro 3A.</b> Análisis de varianza para la variable Numero de Frutos en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.....	58
<b>Cuadro 4A.</b> Análisis de varianza para la variable Peso Promedio en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.....	59
<b>Cuadro 5A.</b> Análisis de varianza para la variable Diámetro Polar en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.....	59
<b>Cuadro 6A.</b> Análisis de varianza para la variable Diámetro Ecuatorial en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.....	59
<b>Cuadro 7A.</b> Análisis de varianza para la variable de Solidos Solubles en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.....	60
<b>Cuadro 8A.</b> Análisis de varianza para la variable de Espesor de Pericarpio en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011. ....	60
<b>Cuadro 9A.</b> Análisis de varianza para la variable de Número de Lóculos en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.....	60

## RESUMEN

### RESPUESTA EN LA PRODUCCION Y CALIDAD DE TOMATE AL USO DE FERTILIZACION ORGANICA EN INVERNADERO

El trabajo se realizó en el ciclo Primavera-Verano de 2011 en las instalaciones del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Los tratamientos en estudio se distribuyeron en un diseño completamente al azar, con ocho repeticiones, en arreglo factorial 2 x 5, donde el Factor A fueron los genotipos: Cuauhtémoc y El Cid; y el Factor B fue la forma de fertilización: F1 = arena + solución nutritiva (testigo); F2 = arena + té de vermicompost al 10 % de concentración (A+TVC); F3 = mezcla de arena: compost+ TVC al 2.5 % de concentración (A:C) (1:1 v:v); F4 = mezcla de arena:vermicompost+ TVC al 2.5 % de concentración (A:VC) (1:1 v:v); y F5 = mezcla de arena:C:VC+ TVC al 2.5 % de concentración (2:1:1 v:v).El trasplante se realizó el día 09 de Abril de 2011 en forma manual y las macetas se acomodaron a doble hilera, con una separación de 0.90 m entre hileras y un espaciamiento de 0.30 m entre macetas, para una densidad de 4 plantas•m<sup>-2</sup>. Las variables estudiadas fueron: altura final de la planta, número de frutos por planta, peso promedio del fruto, diámetro polar y ecuatorial del fruto, contenido de sólidos solubles, espesor de pulpa, número de lóculos y rendimiento.

Las plantas del tratamiento testigo (arena + solución nutritiva) presentó mayor producción, superando en al menos 19.3, 31.3, 26.4 y 7.7 % a las plantas de los tratamientos orgánicos F2, F3, F4 y F5, respectivamente. En

peso de fruto, las plantas de F2 igualaron a las plantas de F1 para ambos híbridos. En número de frutos, las plantas de F5 igualaron a las plantas de F1 para ambos híbridos. En el tratamiento F3 se incrementó en 13.36 % el contenido de sólidos solubles, respecto al tratamiento F1, mientras que en el tratamiento F4 se incrementó al menos 21 % el número de lóculos, respecto al F1. En este estudio se mostró que tratamientos con fertilización orgánica (F2 y F5) pueden ser apropiados para la producción de tomate en invernadero.

**Palabras clave:** Agricultura orgánica, *Eisenia fétida*, Invernadero, *Lycopersicum esculentum* Mill., Sustrato.

## I.- INTRODUCCIÓN

El uso indiscriminado de productos químicos en la agricultura ha provocado un efecto desfavorable sobre la calidad biológica de los alimentos y sobre la calidad de vida del hombre, ya que son altamente derrochadores de energía y alteran completamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Leyva, 2008).

Una tendencia actual en la agricultura es la búsqueda de alternativas de desarrollo sostenible, donde procesos como el compostaje y los productos derivados del mismo han adquirido un especial auge por su capacidad para restaurar al suelo una cierta proporción de materia orgánica para mejorar sus propiedades físicas, químicas, biológicas, las cuales se han visto deterioradas por el uso continuo y exclusivo de fertilizantes minerales bajo condiciones intensas de cultivo (Johnson, 1997), y la capacidad de elevar la productividad de los cultivos hortícolas (Atiyeh *et al.*, 2000).

Por otra parte, la producción orgánica, en general, es el sistema de producción o parte de éste en que no se utilizan insumos de síntesis química; así pues, existen producciones orgánicas agrícolas, ganaderas, silvícolas, etc. además de productos con valor agregado provenientes de las producciones

primarias antes señaladas (Márquez *et al.*, 2009)

Mientras el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) ocupa el tercer lugar en cuanto a producción mundial, siendo la hortaliza que más se cultiva en condiciones protegidas. Esta hortaliza se consume en todo el mundo y alcanza precios elevados en el mercado internacional en ciertas épocas del año (Márquez *et al.*, 2009). En México, el tomate es la segunda especie hortícola más importante por superficie sembrada, en sistemas protegidos superan las 2,000 ha, donde puede alcanzar rendimientos entre 100 y 500 t•ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, en función del nivel de tecnificación del invernadero (Sandoval, 2005). A pesar de cultivarse en casi toda la República Mexicana, siete estados concentran, en promedio, el 64.3 % de la producción, destacando Sinaloa, seguido de Baja California Norte, Michoacán, Zacatecas, Jalisco, Baja California Sur y San Luis Potosí (SIAP, 2011).

En México la producción orgánica de tomate se lleva a cabo en Baja California Sur alcanzando un precio 5,84 veces mayor que el tomate convencional (SAGARPA, 2005), 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 y prácticamente inocuo (Castellanos *et al.*, 2000).

Para estos días existe gran interés por utilizar fuentes orgánicas para abonar lossuelos, y poder obtener productos orgánicos. Una alternativa en la

Comarca Lagunera sería generarestos abonos a partir del estiércol composteado, ya que debido a la explotación intensiva de ganado lechero, en México se genera una producción anual de estiércol de bovino cercana a 900 mil toneladas (Figueroa, 2003)

Para sustituir la fuerte cantidad de fertilizantes sintéticos que se aplica al cultivo se está buscando opciones y una es la aplicación de compost o vermicompost como sustrato que a la vez pueda satisfacer las necesidades nutrimentales que requiere la planta durante su desarrollo, es por eso el objetivo del presente trabajo es:

### **1.1 Objetivo:**

Evaluar la respuesta en la producción y calidad de tomate al uso de fertilización orgánica en invernadero

### **1.2 Hipótesis:**

El rendimiento y calidad del fruto en tomate no se incrementa por la influencia de la fertilización orgánica.

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Cultivo del Tomate

El tomate es uno de los cultivos hortícolas más redituables en el mundo (Hilhorst *et al.*, 1998). México es considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación del tomate, esta hortaliza fue llevada a Europa en 1954 y se empezó a comercializar en Estados Unidos hacia el año de 1835 (Ojo de Agua, 2007).

En México es considerada como la segunda especie hortícola más importante por la superficie sembrada y por su valor de producción. A esta hortaliza de fruto se le encuentra en los mercados durante todo el año, y se le consume en fresco como procesado, siendo una fuente rica en vitaminas y minerales (Ojo de Agua, 2007).

#### 2.1.1 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). Fue llevado por los distintos pobladores de un extremo a otro, extendiéndose por todo el continente (Rodríguez *et al.*, 2001).

### **2.1.2 Domesticación**

El centro de domesticación del tomate ha sido controvertido; sin embargo, se cree que el origen de su domesticación es México, porque existe mayor similitud entre los cultivares Europeos y los silvestres de México que con los de la zona andina (Rodríguez *et al.*, 2001).

## **2.2 Importancia Mundial**

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio (infoagro, 2003)

### **2.2.1 Importancia Nacional**

En México, el tomate es el cultivo hortícola de mayor importancia económica y social, por la superficie sembrada, el volumen en el mercado nacional, y las divisas generadas. Su popularidad se debe al aceptable sabor y disponibilidad del fruto en una amplia gama de ambientes, así como a su relativa facilidad para ser cultivado (Cruz, 2007).

La superficie total sembrada de tomates en México ha mostrado una tendencia a decrecer año con año, para los años 1990, 2000 y 2010 se reportaron 85,000, 75,000 y 58,300 hectáreas, respectivamente. A pesar de ello, los rendimientos promedio de producción se han incrementado de 23 t•ha<sup>-1</sup>, para el año de 1990, hasta 39 t•ha<sup>-1</sup>, para el año 2010, debido a los avances

tecnológicos y al uso de agricultura protegida (Hortalizas, 2010).

### **2.2.2 Producción de Tomate en la Comarca Lagunera**

En la Comarca Lagunera el cultivo del tomate se realiza durante el ciclo Primavera-Verano, en una superficie de 1,048 ha con un rendimiento promedio de  $26 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  con una producción de 27,179 t con un valor de \$78, 513,150 es decir \$2,890 pesos la tonelada (SAGARPA, 2006)

### **2.3 Definición e Importancia de la Agricultura Orgánica**

De acuerdo con el manual internacional de inspección Orgánica la agricultura orgánica incluye todos aquellos sistemas agrícolas que promueven la producción de alimentos y fibras que sean ambiental, social y económicamente sustentables (Gómez, 1999).

Zamorano (2005) dice que la agricultura orgánica ha despertado gran interés, no solo en los sectores que están relacionados con el sector agropecuario y en la economía rural en su conjunto, sino también en amplios sectores de la sociedad. Este gran interés empezó en los países desarrollados hace ya más de dos décadas. La reconversión progresiva hacia la agricultura orgánica, la investigación, las actividades de transformación, comercialización y consumo de productos también llamados biológicos, ha registrado un comportamiento de gran dinamismo. La explicación reside en la preocupación creciente de la población con relación a la ingesta de productos alimenticios inocuos, sanos, de los cuales se conozca su origen y trayectoria real, así como

la mayor conciencia por la conservación del ambiente.

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

FAO (2001) cita que Japón, la Comunidad Europea y Estados Unidos, son los principales consumidores de productos orgánicos, los cuales tienen un sobre precio del orden del 40% mientras que en México alcanza un precio de 5,84 veces mayor que el tomate convencional (SAGARPA, 2005),

### **2.3.1 La Agricultura Orgánica en el Mundo**

La agricultura orgánica se está desarrollando rápidamente. La cuota de terrenos agrícolas y las explotaciones sigue creciendo en muchos países. Según la encuesta sobre la agricultura ecológica en todo el mundo, durante el 2006, hay casi 30.4 millones de hectáreas, manejadas orgánicamente en más de 700,000 fincas. Lo anterior, constituye 0.65% de las tierras agrícolas del número de países antes citados. En total, Oceanía posee el 42% seguida por Europa con 24% y América Latina con 16 %. Actualmente, a partir de finales de 2006, los países con la mayor superficie orgánica son: Australia con 12.3 millones de hectáreas, China con 2.3 millones de hectáreas, Argentina con 2.2 millones de hectáreas y los EE.UU. con 1.6 millones de hectáreas (Willer *et al.*, 2008).

Debido a la aceptación de los productos de este tipo, la superficie destinada a la agricultura orgánica ha registrado tasas de crecimiento mundiales superiores a 25 % anual (Willer y Yussefi, 2000; Haring *et al.*, 2001).

### **2.3.2 La Agricultura Orgánica en México**

México está ubicado en el contexto internacional como país productor-exportador de alimentos orgánicos. La superficie orgánica presenta un dinamismo anual superior a 33 % de 23 000 ha a partir de 1996 con base en datos del CIESTAAM de la Universidad Autónoma de Chapingo, obtenidos en el proyecto Sistema de Seguimiento e Información de la Agricultura Orgánica en México, se estimó en una superficie orgánica de 308 000 ha, en la que participaban más de 83 000 productores (Gómez *et al.*, 2005)

Los principales estados productores de alimentos orgánicos son Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Chihuahua y Guerrero, que concentran 82.8 % de la superficie orgánica total. Tan solo Chiapas y Oaxaca cubren 70 % del total. La producción orgánica de México se destina en 85% al mercado de exportación (Gómez-Tovar y Gómez-Cruz, 2004).

### **2.3.3 Objetivos de la Agricultura Orgánica**

Los objetivos de la agricultura orgánica según Quintero (2000) son los siguientes:

- Producir alimentos de alta calidad nutritiva y en suficiente cantidad.

- Proteger y restaurar los procesos de los ecosistemas, que garanticen la fertilidad natural del suelo y la sostenibilidad y permanencia del mismo.
- Aprovechar racionalmente los recursos locales, reduciendo al mínimo la dependencia externa.
- Evitar todas las formas de contaminación que puedan resultar de la técnica agrícola.
- Reducir al mínimo el derroche de energía en la producción agrícola y pecuaria mantener la diversidad genética del sistema del sistema agrícola y su entorno, incluyendo la protección del hábitat natural de plantas y animales silvestres.

#### **2.3.4 Ventajas de la agricultura orgánica**

Según Fitzpatrick (1996) la incorporación de materia orgánica al suelo se puede reportar los siguientes beneficios:

- Mejora y estabiliza la estructura del suelo.
- Aumenta la capacidad de retención de agua.
- Se incrementa la capacidad de intercambio cationico (CIC).
- Mejora las condiciones para el crecimiento microbiano.
- Absorbe y desactiva pesticidas orgánicos.
- Disminuye la toxicidad del aluminio. G) Sirve como reservorio de elementos nutritivos.

### 2.3.5 Problemática de la agricultura orgánica

Gómez *et al.* (1999) citan que básicamente los principales problemas de que enfrenta la agricultura orgánica, en México y en algunos lugares del mundo son:

1. Comercialización.
2. Limitantes ambientales.
3. Costos de producción.
4. Insuficiente capacitación e investigación.

Además según la USDA (2002), debe cumplir la siguiente especificación.

- Antes de que se pueda etiquetar un producto como orgánico, un certificador aprobado por el gobierno inspecciona la finca donde el alimento es producido para asegurar que el granjero sigue todos los reglamentos para cumplir con los estándares para productos orgánicos.
- Las compañías que manejan o procesan productos orgánicos antes de que estos lleguen al mercado o al restaurante deben también estar certificadas.
- Se tiene que tener en cuenta sobre un buen control de calidad para el método de inspección.

Mientras que la insuficiente capacitación e investigación, se presenta debido al déficit de técnicos y/o instituciones expertas en el tema. Además, algunos productores ven como problema, al costo de la certificación, no obstante, éste se ve amortizado rápidamente (Márquez *et al.*, 2009)

### **2.3.6 Compromisos de la Agricultura Orgánica**

Según Quintero (2000) los compromisos de la agricultura orgánica son los siguientes:

1. Trabajar con los sistemas naturales, más que buscar cambiarlos.
2. Mantener e incrementar la fertilidad del suelo a largo plazo
3. Siempre que sea posible utilizar recursos renovables.
4. Control de la erosión hídrica y eólica
5. Permitir a los productores agrícolas un beneficio adecuado y una satisfacción en su trabajo.

#### **2.3.6.1 Calidad Alimentaria**

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

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

### **2.4 La Fertilización Orgánica**

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 naturales; su aplicación en forma y dosis adecuadas mejoran las propiedades y características físicas, químicas y biológicas del suelo, es decir, es la forma natural de fertilizar el suelo (FIRA, 2003).

Dos componentes importantes en la materia orgánica son los ácidos húmicos y fúlvicos los cuales son los responsables de muchas de las mejoras que ejerce el humus, las sustancias húmicas elevan la capacidad de intercambio catiónico de los suelos al formar complejos arcilla-húmicos, forman complejos fosfo-húmicos manteniendo el fósforo en un estado asimilable por la planta. Otro beneficio de la materia orgánica humificada es su potencial para controlar poblaciones de patógenos del suelo (Matheuset *al.*, 2007).

Félix *et al.* (2008) establecen que al incorporar los abonos orgánicos se ejercerán distintos efectos en el suelo como son:

1. Mejoran la estructura del suelo, facilitando la formación de agregados estables con lo que mejora la permeabilidad de estos, aumenta la fuerza de cohesión a suelos arenosos y disminuye ésta en suelos arcillosos, mejora la retención de humedad del suelo y la capacidad de retención de humedad del suelo y la capacidad de retención de agua, estimula el desarrollo de las plantas.
2. Incrementan y regulan la velocidad de infiltración del agua, disminuyendo la erosión producida por el escurrimiento superficial.
3. Su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos carenciales y

favorece la disponibilidad de algunos microelementos (Fe, Cu y Zn) para la planta.

4. Aportan elementos minerales en bajas cantidades, y es una importante fuente de carbono para los microorganismos del suelo.

## **2.5 Sustratos**

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

El sustrato es un factor clave para la producción de hortalizas, plántulas y flores en invernadero. En México hay una amplia variedad de materiales (*i. e.*, polvo de coco, tezontle, perlita, pumacita, tepezil, compost, turba, corteza de pino, cascarilla de arroz, entre otros) que se emplean como sustratos; sin embargo, se le ha dado poca importancia a su caracterización la cual desempeña un papel clave en el manejo agronómico del cultivo. De las características físicas y químicas del sustrato depende el manejo del riego y la fertilización, mientras que en la caracterización biológica se evalúa la estabilidad del material y la liberación de elementos o sustancias que pudieran afectar al cultivo (Lemaire *et al.*, 2003).

Según Infoagro (2011) en el mercado se pueden encontrar distintos

sustratos, que se clasifican en:

Orgánicos:

La característica principal de los abonos orgánicos es su alto contenido de materia orgánica la cual contiene una serie de microorganismos benéficos a la planta además de los nutrientes de: N, P K. Los sustratos orgánicos están libres de patógenos, son inodoros y diferente material original y se obtienen por procesos aerobios y anaerobios. (Melgarejo *et al.*, 1997).

Inorgánicos:

Entre los sustratos de origen inorgánico están ante todo, los de origen mineral no metálico, como los derivados de las rocas, ya sean grava de río o triturada, arena, tezontle (Samperio-Ruiz, 2004).

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

### **2.5.1 Características Físicas, Químicas y Biológicas**

Se pueden agregar muchos materiales para mejorar la textura y estructura de un medio para cultivo en recipientes, pero antes deben entenderse sus propiedades para hacer las mezclas adecuadas. La

temperatura del sustrato interviene en el crecimiento y absorción de raíces, a temperaturas inferiores a 14 °C se inhibe el crecimiento y entre 12 y 18 °C la absorción de fósforo disminuye en un 50 %. La temperatura tiene acción directa sobre el rendimiento final y el calibre del fruto (Chamarro, 2001).

#### **2.5.1.1 Densidad**

La densidad de un sustrato se puede referir a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina densidad aparente, la densidad real de los materiales minerales se podría considerar alrededor de  $2.65 \text{ g}\cdot\text{cm}^3$  y de los orgánicos alrededor de  $1.5 \text{ g}\cdot\text{cm}^3$ . Mientras la densidad aparente de los sustratos que se usan en la horticultura van de 0.05 hasta  $0.8 \text{ g}\cdot\text{cm}^3$  (Abad y Noguera, 1998)

#### **2.5.1.2 Granulometría**

Burés (1998), dice que la granulometría se refiere a la proporción de diámetros de las partículas que constituyen el sustrato. Debido a que la mayoría de los sustratos están constituidos por partículas de diferentes tamaños, es de esperar que sus propiedades físicas se vean afectadas en función de la distribución del tamaño de éstas, por lo que la caracterización granulométrica de los materiales es una práctica de rutina. Es recomendable que el sustrato

tenga una mezcla de 0.2 a 2 mm de diámetro, ya que en este rango se retiene suficiente agua fácilmente disponible y presenta, además, una adecuada aireación.

### **2.5.1.3 Porosidad**

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, es decir, la parte no esta conformada por partículas orgánicas ni minerales (Martinez, 1993). En los sustratos orgánicos el valor de la porosidad se encuentra por arriba de 85 %, mientras que en sustratos como tezontle se han encontrado valores de 60 a 80% (Abad y Noguera, 2000).

### **2.5.1.5 Sustrato Ideal**

El sustrato ideal para el desarrollo de los cultivos, es aquel capaz de retener suficiente agua, aire y elementos nutritivos en forma disponible para la planta (Burés, 1997)

### **2.5.1.6 pH**

El pH tiene efectos importantes sobre la disponibilidad de los nutrimentos en el sustrato, así como sobre la capacidad de intercambio catiónico y la actividad biológica; bajo condiciones de cultivo intensivo, se recomienda mantener el pH entre 5.5 y 6.5. Cuando el pH es menor a 5.0 pueden presentarse deficiencias de K, Ca, Mg y B, mientras que por arriba de 6.5 puede

disminuir la disponibilidad de Fe, Mn, Zn y Cu. (Escudero, 1993)

#### **2.5.1.7 Capacidad de Intercambio Catiónico**

Es la capacidad de un sustrato para contener los elementos nutritivos que se encuentran en el, sin ser lavados por el agua, por lo que están disponibles para la planta. De los tres tipos de partículas que componen el suelo, la arcilla es el único que posee carga eléctrica negativa. Esta característica es importante porque permite retener en el suelo los elementos nutritivos de carga positiva, como calcio, magnesio, potasio y nitrógeno amoniacal, entre otros (Tan, 1992)

#### **2.5.1.8 Salinidad**

Se refiere a la concentración de sales en el sustrato, y se determina como conductividad eléctrica (CE) en dS/m, en extracto de saturación se recomienda valores de 1.2 a 2.6 dS/m. es muy recomendable que el sustrato al momento de iniciar la plantación tenga siempre una conductividad menor de 2 dS/m para evitar daños por salinidad (Lemaire *et al.*, 2003).

### **2.6 Sustratos Orgánicos**

La alta producción y el elevado consumo de fertilizantes sintéticos, en los sistemas de agricultura intensiva han favorecido la alternativa de usar sustratos

orgánicos, ya que con esto se limita que el riesgo de contaminación por uso más racional. El sustrato orgánico a base de estiércol bovino, es una materia prima que en la Comarca Lagunera existe en gran cantidad, ya que según la SAGARPA (2001) se generan aproximadamente 45, 773 toneladas mensuales, provenientes de 239, 099 cabezas de ganado vacuno (Figueroa, 2003).

La característica principal de los abonos orgánicos es su alto contenido de materia orgánica, la cual contiene una serie de microorganismos benéficos para la planta, además de gran cantidad de elementos nutritivos como: N, P, K, Ca, etc. (Melgarejo y Ballesteros., 1997).

### **2.6.1 Compost**

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

López *et al.* (2007) mencionan que el compost (C) es materia orgánica en descomposición. Es decir, restos de comida, hojas, cáscaras de fruta, cortes de pasto, papel, que se dejan durante un tiempo en unos cajones especiales, al aire, y se convierten en una tierra muy rica en elementos nutritivos y repleta de bichitos que resultan muy positivos para la tierra. El compost contiene estimuladores de crecimiento, inhibidores de hongos, bacterias y microorganismos, insectos y lombrices.

Producción del Compost según López *et al.* (2007)

- a. Lo primero es adquirir la buena costumbre de separar la basura, para seleccionar los residuos que servirán para el compost.
- b. Voltear los desechos en la compostera mezclado con cortes de pasto
- c. Verificar la humedad (los restos de la cocina contienen alto contenido de agua)
- d. El compost nunca se aplasta
- e. Se va rellorando sin apretar, ni dándole vueltas
- f. Cuando está listo, baja solo hasta como la mitad del cajón especial
- g. En verano demora unos dos meses en hacerse; en invierno, alrededor de seis
- h. En la parte inferior se encuentra un material oscuro, con buen olor y abundantes organismos vivos: esto es el compost
- i. Una vez listo, se cosecha y se cierra para detectar posibles restos de material no degradable.

López *et al.*(2007) indica los beneficios del uso del Compost:

- a) En primavera y verano el suelo se mantiene con más humedad promoviendo la producción de raíces
- b) En invierno el suelo se mantiene más caliente que el expuesto a la intemperie
- c) Adiciona humus

- d) Aumenta también la presencia de lombrices, las cuales a su vez degradan la materia orgánica y dan mayor aeración al suelo.
- e) Incrementa la capacidad de intercambio catiónico
- f) Opera como buffer impidiendo los cambios bruscos de pH
- g) Mejora la estructura del suelo
- h) Recientemente se han atribuido algunas propiedades supresoras de infecciones causadas por algunos hongos como *Fusarium sp*, *Rhizoctoniasp*, y *Pythium sp*.
- i) Reducción de metales pesados
- j) Reducción de algunos compuestos orgánicos de tipo organoclorado
- k) Reducción en muy alto porcentaje de residuos sólidos

Handreck (1986) indica que el compost tienen altas cantidades de elementos nutritivos que en ocasiones son suficientes para cumplir los requerimientos de los cultivos, no obstante, Hashemimajdet *al.* (2004) señalan que en ocasiones, dependiendo del cultivo, es necesario suplementar los elementos nutritivos debido al agotamiento de los mismos, y para inducir un mayor rendimiento.

### **2.6.2 Té de Compost**

El té de compost es en términos simples, un extracto acuoso de compost. Es conocido por diferentes nombres tales como té de estiércol y extracto de

compost. Típicamente el compost es el principal ingrediente para esta solución; sin embargo algunos téis son extractos simples de material vegetal. Los ingredientes adicionales tales como la melaza y el polvo de roca son entonces agregados como alimento para los microbios en el té y para proporcionar elementos nutritivos al cultivo (López *et al.*, 2007).

Algunos beneficios del uso del té de compost según Agriculture (2002)

- a) “Mejora el crecimiento de la planta como resultado de proteger la planta aparece con organismos benéficos que ocupan los sitios de infección y previenen enfermedad.
- b) “Mejora el crecimiento de la planta como resultado de mejorar la retención de nutriente en la tierra, y por consiguiente reduce el uso de fertilizante, y pérdida de nutrientes en la tierra.
- c) “Mejora la nutrición de la planta aumentando la disponibilidad nutriente en el sistema de la raíz, los nutrientes disponibles es exactamente en el lugar correcto, tiempo y cantidades que la planta necesita,
- d) “Reduce los impactos negativos de pesticidas químico-basado, herbicidas y fertilizantes en los microorganismos benéficos en el ecosistema
- e) “Mejora captación de nutrientes aumentando la captación del foliar como los microorganismos beneficiosos aumentan el tiempo de abertura de los estomas, reduce la pérdida del evaporización al mismo tiempo de la superficie y de la hoja,

- f) “Reduce la pérdida de agua, y así reduce el uso de agua en su sistema,
- g) “Mejora el cultivo construyendo la estructura de la tierra buena.
- h) Produce la estructura de la tierra buena, mientras mejora la infiltración de agua, oxígeno, y la difusión
- i) Suprime enfermedades.

### **2.6.3 Vermicompost**

Es el producto de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica al pasar por el tracto digestivo de la lombriz (Aíra *et al.*, 2001; Velasco *et al.*, 2003), generando un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo de bosque, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, liberándolos en forma paulatina, y facilita su asimilación por las raíces e impide que éstos sean lixiviados con el agua de riego manteniéndolos disponibles por más tiempo en el suelo y favorece la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Incrementa la superficie activa de las partículas minerales favoreciendo la capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los suelos (Gajalakshmi *et al.*, 2001; Moreno *et al.*, 2004).

Las lombrices son factores importantes del proceso de acondicionamiento del sustrato y de la alteración de la actividad biológica (Singh *et al.*, 2005).

Rodríguez *et al.* (2007) cita al vermicompost como fuente importante de

nutrimentos para utilizarse en el sistema orgánico.

El vermicompost contiene la mayor parte de los elementos nutritivos en forma disponible para las plantas, tales como nitratos, fosfatos, calcio intercambiable, potasio soluble, etc. Y tiene un área superficial particularmente grande que proporciona muchos micros sitios para la actividad microbiana y para la fuerte retención de elementos nutritivos (Sharma *et al.*, 2005; Ramírez 2009). Los reguladores de crecimiento de la planta y otros materiales que afectan este crecimiento como: auxinas, sustancias húmicas, etc., generadas por los microorganismos, han sido reportadas como componentes del vermicompost (Sharma *et al.*, 2005). De acuerdo con Ramírez (2009) la composición química del vermicompost se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2.1.** Composición química del vermicompost.

<b>Elemento</b>	<b>Contenido</b>
Relación C:N	7:01
Materia Orgánica	23.4 %
Carbono Orgánico	11.6 %
Nitrógeno total	1.96 %
Nitrógeno N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	65.00 ppm
Nitrógeno N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.09 ppm
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2.28 %
Potasio (K <sub>2</sub> O)	2.66 %
Azufre (S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	0.65 %
Calcio	4.09 %
Sodio	0.68 %
Magnesio	0.97 %
Cloruros	0.28 %
Fierro	2.18 %
Cobre	94.00 ppm
Zinc	670.00 ppm
Manganeso	710.00 ppm
Boro	95.00 ppm

Fuente: Ramírez (2009)

## **2.7 Horticultura Protegida**

La horticultura protegida se define como el sistema de producción que permite modificar el ambiente natural en el que desarrollan los cultivos hortícolas, con el propósito de alcanzar un crecimiento óptimo y con ello, un alto rendimiento. La horticultura protegida contribuye a sustentar y fomentar el desarrollo agroindustrial, a generar divisas, empleo para los países y una vida

más digna entre la gente del medio rural (Sánchez, 2008)

### **2.7.1 Horticultura Protegida en México**

La horticultura protegida en México se ha venido desarrollando bajo condiciones muy heterogéneas, desde costosos invernaderos de vidrio, con muy elevadas inversiones que superan los 100 US\$•m<sup>-2</sup>, hasta económicas instalaciones como las denominadas “casas sombras” con costos de 4 a 7 US\$•m<sup>-2</sup>(Castellanos y Borbón, 2008). En México, la agricultura protegida está en amplio crecimiento y desarrollo, en el año 2008 se reportaron alrededor de 10 000 ha, y en 2010 se reportó 11 760 ha. (SAGARPA, 2011).

### **2.7.2 Generalidades de los Invernaderos**

Un invernadero es un espacio delimitado por una estructura metálica cubierta por materiales tan diversos como vidrio, plásticos transparentes o placas de policarbonato, PVC o acrílico y en cuyo interior se cultivan hortalizas y plantas ornamentales en épocas en que las condiciones climáticas del exterior no son favorables para conseguir un desarrollo, floración y fructificación adecuados (Sandoval 2003).

Los invernaderos bien diseñados ofrecen control sobre (Sánchez, 2008):

1. Heladas y bajas temperaturas
2. Insolación y altas temperaturas
3. Velocidad del viento
4. Varias especies de plagas

5. Exceso de humedad en el suelo
6. Enfermedades y daños causados por estas condiciones
7. Los insectos vectores de enfermedades
8. Daños mecánicos por viento y granizo
9. Déficit y excesos de humedad relativa
10. Manejo de la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
11. Cantidad, calidad, difusión y duración de la luz.

Bastida y Ramírez (2008) clasifican los invernaderos según su nivel tecnológico donde el nivel bajo es aquel 100% dependiente del ambiente, uso de tecnologías simples similares utilizadas en cultivo a intemperie, nivel medio es semiclimatizado, riegos programados, suelo o hidroponía y el nivel alto de climatización automatizada (mayor independencia del clima externo), riegos y uso de sustratos

**Cuadro 2. 1** Clasificación de Invernaderos Según su Nivel Tecnológico.

<b>Nivel</b>	<b>Manejo</b>	<b>Estructura y equipo</b>
Bajo	Manual	Rusticas, sin equipo
Medio	Mecánico	Equipadas con dispositivo mecánico y motores.
Alto	automatizado	Equipadas con sensores y actuadores automatizados ya sea en suelo o sustrato.
Muy alto	Computarizado	Dispositivos controlados por computadora con programas inteligentes que permiten el control ambiente, uso de CO <sub>2</sub> y agua para calefacción

Fuente: Bastida (2008)

### **2.7.3 Productividad en Invernaderos**

Los sistemas de producción de hortalizas en invernadero tiene varias ventajas entre las cuales se cita: producir en condiciones adversas de clima, mejores rendimientos que en campo abierto, además de obtener productos de mejor calidad en forma, sabor y color (Olivares y Benavides, 2004).

La tendencia actual de producción de tomate, es realizarla bajo invernadero, dichas estructuras pretenden mejorar las condiciones ambientales para incrementar la bio-productividad, presentándose producciones de tomate que oscilan de 300 a 500 t·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup>, en función del nivel de tecnificación del invernadero, el cual garantiza que el producto cumpla con los estándares de calidad e inocuidad alimentaria que exigen los mercados internacionales (Muñoz, 2004; Castilla, 2005).

De la superficie protegida total en México, una gran parte corresponde al cultivo de tomate, siendo los tipos roma, bola y cereza, los más populares en dicha modalidad de producción. Sólo en Sinaloa existen unas 15,000 hectáreas dedicadas al cultivo de tomate, de las cuales más del 10% son protegidas. Debido a los resultados obtenidos con dicha modalidad, se ha incrementado la superficie de producción en casa sombra, principalmente para el mercado de exportación (Hortalizas, 2010)

### **2.7.4 Problemática en Invernaderos**

Uno de los principales problemas 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) Indican que de no efectuarse un efectivo control de plagas y patógenos, esto puede llevar al exterminio total, lo anterior origina que la mayoría de los 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, originando que en algunos casos el producto sea rechazado.

Mientras que Sánchez y Favela (2000) destacan que las desventajas para producir bajo condiciones de invernadero son:

1. Se requiere de una alta especialización, empresarial y técnica de las personas que se dedican a esta actividad.
2. Alto costo de los insumos
3. Las instalaciones y estructura representan una elevada inversión inicial.
4. un mal manejo del invernadero o del cultivo implica fuertes pérdidas económicas.
5. Es necesaria la automatización del invernadero para el control del ambiente.
6. Se puede favorecer el desarrollo de enfermedades, por lo que se requiere de aplicaciones más frecuentes de productos químicos.

### **III.- MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización Geográfica del Área Experimental**

El trabajo experimental se realizó en el invernadero No. 2 cuenta con una superficie de 200 m<sup>2</sup> con cubierta plástica, piso de grava y sistema de enfriamiento automático con pared húmeda y dos extractores, en el ciclo primavera-verano 2011, en las instalaciones del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, con coordenadas geográficas de 103° 25' 57" de longitud Oeste al meridiano de Greenwich y 25° 31' 11" de latitud Norte y una altura de 1,123 msnm (CNA, 2009).

#### **3.2 Descripción del Invernadero**

El invernadero es de forma semicircular, con cubierta de acrílico reforzado y protegido con malla sombra durante las estaciones más calurosas del año, piso de grava y sistema de enfriamiento automático mediante pared húmeda y dos extractores. Con ventanas laterales de 1.20 m de alto, cubiertas con acrílico enrollable y protegidas con malla antiáfido.

### 3.3 Diseño Experimental

Los tratamientos en estudio se distribuyeron en un diseño completamente al azar, con ocho repeticiones, en arreglo factorial 2 x 5, donde el Factor A fueron los genotipos: Cuauhtémoc y El Cid; y el Factor B fueron tipos de fertilización: F1 = arena + solución nutritiva (testigo); F2 = arena + té de vermicompost al 10 % de concentración (A+TVC); F3 = mezcla de arena: compost (C) (1:1 v:v) + TVC al 2.5 % de concentración; F4 = mezcla de arena: vermicompost (VC) (1:1 v:v) + TVC al 2.5 % de concentración; y F5 = mezcla de arena: C: VC (2:1:1 v:v) + TVC al 2.5 % de concentración. Para la concentración del TVC al 2.5 % se hizo una dilución del té de vermicompost al 10 % de concentración en agua de la llave en relación 1:3 y se aciduló con ácido cítrico ( $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ ) 5 mM, grado alimenticio, a razón de  $1.2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ . Previo a la preparación de las mezclas, la arena se lavó y esterilizó con una solución de NaClO al 5 %.

### 3.4 Preparación del C, VC y del TVC

El C fue comercial (Maxi Compost®), mientras que el VC se preparó a partir de estiércol de caballo y cabra, en relación 1:1, durante un periodo de 90 días. Para el VC se utilizaron lombrices *Eisenia fetida*. Las características químicas de los sustratos orgánicos se presentan en el cuadro 3.1

**Cuadro 3.1** Análisis químico de la arena, compost, vermicompost y té de vermicompost. 2011.

Material	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	pH	CE
	(mg•kg <sup>-1</sup> )										(dS•m <sup>-1</sup> )
C	24100	42.0	614.6	98.0	85.4	3.2	7.79	5.12	4.29	8.5	6.7
VC	12700	38.7	361.8	258.0	25.5	194.8	3.9	1.45	3.71	7.8	2.4
A	1.6	11.2	102.5	48.0	4.6	0.16	5.78	0.9	4.58	7.5	0.65
TVC	10700	16.4	181	410.0	18.9	112.8	2.4	0.52	1.58	8.4	4.2

C = Compost; VC = Vermicompost; A = Arena; TVC = Té de vermicompost.

El TVC se elaboró de acuerdo a la metodología de Edwards *et al* (2010), con modificaciones para reducir las sales solubles contenidas en el VC sólido, como se describe a continuación: para eliminar el exceso de cloro que se utiliza para potabilizar el agua, en un tambo de plástico de 60 L se colocaron 45 L de agua de la llave y se generó turbulencia durante tres horas con una bomba de aire (BIOPRO: BP9891. TIRAY TECHNOLOGY CO LTD®). Por separado, se colocaron 4.5 kg de VC en una bolsa de plástico tipo red y ésta se introdujo en un recipiente de 20 L con agua de la llave durante 5 min para lavar el exceso de sales. Luego se colocó la bolsa con el VC dentro del tanque con agua previamente aireada. Finalmente, se agregaron 40 g de piloncillo como fuente de carbono soluble. La mezcla se fermentó por 24 h con la bomba de aire encendida.

### **3.5 Manejo y Desarrollo del Cultivo**

#### **3.5.1 Siembra**

La siembra se realizó el 6 de marzo de 2011, en charolas germinadoras de poliestireno de 200 cavidades, rellenas con Peat Moss (Premier Promix PGX®).

#### **3.5.2 Trasplante**

El trasplante se efectuó el 9 de abril, se utilizaron macetas de 18 L y se acomodaron a doble hilera, con separación de 0.90 m entre hileras y un espaciamiento de 0.30 m entre macetas, para una densidad de 4 plantas por metro cuadrado.

#### **3.5.3 Riegos**

Se utilizó un sistema de riego manual, antes de la siembra se aplicó un riego de 10 litros de agua por maceta. Posteriormente se aplicaron riegos diariamente. A los 10 días después de la siembra se empezó a aplicar el riego con solución nutritiva, en el cual se aplicó ½ litro. El agua de riego presentó una CE de  $1.05 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , con una relación de absorción de sodio (RAS) de 2.18, un pH de 8.75 y se clasificó como  $C_1S_1$ , de bajo riesgo de salinización y alcalinización (Ayers y Westcot, 1994).

Según la etapa fenológica del cultivo se aplicaron de 0.5 a 1.5 L $\cdot$ maceta $^{-1}\cdot$ día $^{-1}$ , distribuidos en dos riegos.

#### **3.5.4 Polinización**

La polinización se realizó manualmente desde que comenzó la floración diariamente entre las 11:00 y 13:00 h, se estimuló mecánicamente con un vibrador eléctrico.

#### **3.5.5 Tutorado**

Este procedimiento se realizó sosteniendo un alambre flexible a la estructura del invernadero, en cada planta se colocó una rafia sujetándola en la maceta posteriormente se va dando vuelta en la planta hacia la derecha. Se realiza el ajuste de la rafia conforme el crecimiento de la planta hasta el final de la producción.

#### **3.5.6 Control Fitosanitario**

Se realizaron aplicaciones de Biodie<sup>®</sup>(Tricarboxilos vegetales) y Protek<sup>®</sup> (Derivados de ácidos de la extracción de aceites vegetales), aprobados por la normatividad de la IFOAM (2003). De acuerdo a las recomendaciones dadas por la empresa, a base de un programa de prevención y control, observándose la presencia principalmente de mosquita blanca y trips. En cuanto a enfermedades se presentó la sencilla a finales de la producción. Todas las plagas y enfermedades se controlaron con productos orgánicos para evitar residuos en los frutos.

### **3.5.7 Cosecha**

La cosecha se realizó 75 días después del trasplante, iniciando el día 23 de mes de junio se obtuvieron 70 días de cosecha, concluyendo el día 01 del mes de septiembre de 2011. La cosecha se realizó manualmente y fue recolectada en contenedores de 20 kilos.

## **3.6 Variables Evaluadas**

### **3.6.1 Altura de Planta**

Para la medición de La altura final de la planta se utilizó una cinta métrica realizándose hasta el último día de producción.

### **3.6.2 Número de Frutos por Planta**

Esta variable fue media en base a los cortes realizados tomándose en cuenta los números de frutos por planta (NFP) por corte desde el primero hasta el último corte.

### **3.6.3 Peso Promedio de Fruto**

Esta variable se obtuvo, dividiendo el peso total (PT) por planta por corte entre el número de frutos por planta (NFP).

#### **3.6.4 Diámetro Polar del Fruto**

Para esta variable de diámetro polar (DPF) se midió el ancho de fruto utilizando un vernier.

#### **3.6.5 Diámetro Ecuatorial**

Para esta variable se midió el diámetro ecuatorial del fruto con un vernier, reportando los datos en milímetros (mm).

#### **3.6.6 Sólidos Solubles**

Los sólidos solubles se midieron colocando jugo del fruto directamente en el refractómetro y tomando la lectura en grados Brix.

#### **3.6.7 Espesor de Pericarpio**

En espesor de pericarpio se midió la parte carnosa del fruto con una regla milimétrica, tomando el dato en centímetros.

#### **3.6.8 Número de lóculos**

Para la variable de número de lóculos se evaluó contando las cavidades del fruto.

### **3.6.9 Rendimiento**

Esta variable fue medida en base a los cortes que se realizaron cada semana. Para medir el peso del fruto se utilizó una báscula digital con capacidad de 0.005 a 2500 g.

### **3.7 Análisis de Datos**

El análisis de varianza (ANDEVA) de los datos de este experimento fueron por computador mediante el programa de análisis estadístico SAS versión 9.1, y la comparación de medias por DMS al 5%, se realizó con el mismo software.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Altura de Planta

En el análisis de varianza para la variable altura si presentó diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre los tipos de fertilización genotipos y la interacción genotipo x tipos de fertilización (Cuadro 1A). Mostró una media de 379.345 cm y un coeficiente de variación de 4.76 %.

El tipo de Fertilización con mayor altura lo presentó en la mezcla arena-C-VC con El Cid y Cuauhtémoc obteniendo alturas finales de 470.7 y 469.2 cm, respectivamente, mientras que para la fertilización de arena + solución nutritiva (testigo), obtuvieron valores inferiores para los dos genotipos con respecto a la fertilización arena-C-VC-TVC (Cuadro 4.1).

Estos resultados no coinciden a los reportados por Rodríguez *et al.*, (2005) quienes evaluando tomate en invernaderos con sustrato orgánico y reportan una altura media de 286 cm, siendo menor al obtenido en este trabajo.

En este trabajo se cumple que se ha demostrado que la adición del vermicompost a los suelos y sustratos de cultivo incrementa considerablemente el crecimiento y la productividad de una gran cantidad de cultivos hortícolas tales como el tomate (Atiyeh *et al.* 1999, Atiyeh *et al.* 2001, Hashemimajd *et al.*

2004, Gutiérrez-Miceliet al. 2007)

**Cuadro 4.1** Ecuaciones de regresión para los tipos de fertilización en relación con la altura de planta. UAAAN-UL. 2011.

Genotipo	Tipo de Fertilización	E.R*	r <sup>2</sup>	Altura final (cm)	Nivel de significancia
El Cid	F5	$y = 3.440x - 24.659$	0.99	470.701	a
Cuauhtémoc	F5	$y = 3.524x - 38.159$	0.97	469.297	b
Cuauhtémoc	F3	$y = 3.411x - 61.584$	0.98	429.6	c
Cuauhtémoc	F4	$y = 2.921x - 1.747$	0.94	418.877	d
El Cid	F3	$y = 2.917x - 35.169$	0.98	384.879	e
El Cid	F1	$y = 2.624x - 31.588$	0.91	346.268	f
El Cid	F4	$y = 3.295x - 28.716$	0.99	346.268	f
Cuauhtémoc	F1	$y = 2.691x - 42.595$	0.9	344.909	g
El Cid	F2	$y = 2.265x - 33.315$	0.98	292.845	h
Cuauhtémoc	F2	$y = 2.368x - 51.181$	0.88	289.811	i
<b>Media Gral. CV</b>				379.345 4.76%	

F1: Fertilización arena + solución nutritiva; F2: fertilización arena+ té de vermicompost al 10 % de concentración; F3: arena + compost + te de vermicompost al 2.5 % de concentración; F4: arena + vermicompost + té de vermicompost al 2.5 % de concentración; F5: Arena + compost + vermicompost + té de vermicompost al 2.5 % de concentración.

#### 4.2 Número de frutos

Respecto al número de frutos por planta en este trabajo el análisis de varianza solo mostro diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en la interacción genotipo y tipo de fertilización.

El cuadro de medias se obtuvo una media general de 34.35 frutos•m<sup>-2</sup> y un coeficiente de variación de 28.96 %, (Cuadro 4.2) teniendo los valores más altos con el genotipo Cuauhtémoc y el tipo de testigo con una media de 45.37 frutos, seguida por el mismo genotipo pero con el tipo de fertilización arena-C-VC con una media de 38.37 frutos por planta, mostrándose una diferencia estadística con la media mínima que fue con el genotipo Cuauhtémoc y el tipo de fertilización arena-TVC con una media de 28.37 frutospor planta.

Los resultados obtenidos en este trabajo son inferiores a los obtenidos por Ramírez (2006) utilizando como sustrato 50 % de arena + 50% de vermicompost aplicada en forma granulada; el 50% de la capacidad de la maceta al inicio, el 25% a los 79 días después de la siembra dds, y el 25 % restante a los 134 dds., mas quelatos, obtuvo una media de 46.9 frutosutilizando el genotipo Miramar.

**Cuadro 4.2** Medias de la interacción genotipos x tipo de fertilización para la variable Número de Frutos. UAAAN UL. 2011

<b>Genotipos</b>	<b>Tipo de Fertilización</b>	<b>Media</b>	<b>Nivelde significancia</b>
Cuauhtémoc	F1	45.37	a
Cuauhtémoc	F5	38.37	a b
El Cid	F5	38.12	a b
Cuauhtémoc	F3	35.62	b c
El Cid	F4	35.62	b c
El Cid	F2	32.37	b c
El Cid	F1	31.50	b c
El Cid	F3	29.12	b c
Cuauhtémoc	F4	29.00	b c
Cuauhtémoc	F2	28.37	c
<b>Media Gral.</b>		34.35	
<b>CV (%)</b>		28.96	

### 4.3 Peso Promedio de Fruto

El análisis de varianza para la variable peso promedio de fruto detectó diferencias altamente significativas en los tipos de fertilización ( $P < 0.01$ ) mientras que para el genotipo y la interacción genotipo x fertilización no hubo diferencias significativas. (Cuadro 4A).

El genotipo que obtuvo mayor peso fue El Cid con un peso promedio de 88.97 g con el tipo de fertilización arena-TV y el genotipo que presentó menor peso fue El Cid con 69.93 g, en el tipo de fertilización arena-C (Cuadro 4.3).

El resultado obtenido en este trabajo es inferior a los obtenidos por Rodríguez *et al.* (2008) que presentaron el valor más alto que fue de 150 g utilizando el genotipo de Miramar con el sustrato de arena-Vermicompost.

**Cuadro 4.3** Medias de interacción genotipos x tipos de fertilización para la variable Peso Promedio del Fruto. UAAAN UL 2011

Genotipos	Tipo de Fertilización	Media (g)	Nivel de significancia
El Cid	F2	88.97	a
El Cid	F5	87.41	a b
El Cid	F1	87.15	a b
Cuauhtémoc	F2	84.11	a b c
Cuauhtémoc	F1	80.94	b c d
Cuauhtémoc	F5	78.79	c d
Cuauhtémoc	F4	76.34	c d e
El Cid	F4	74.00	d e
Cuauhtémoc	F3	70.01	e
El Cid	F3	69.93	e
<b>Media Gral.</b>		79.77	
<b>CV (%)</b>		9.81	

#### 4.4 Diámetro Polar del Fruto

Para esta variable el análisis estadístico no se presentó diferencia significativa en ninguno de las fuentes de variación (Cuadro 5A).

En el cuadro de medias se observa que el genotipo Cuauhtémoc obtuvo una media de 5.88 cm ya que el Cid fue menor con un diámetro de 5.81 cm; Por otro lado la el testigo obtuvo el mayor diámetro con una media de 5.93 cm y la mínima se obtuvo con el tipo defertilización de arena-TVC con una media de 5.64 cm (Cuadro 4.4)

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son menores a los obtenidos por Rodríguez *et al.* (2009) con el genotipo de Romina obtuvieron un diámetro de 7.9 cm utilizando como sustrato una mezcla de arena-compost (50:50%; v: v) + té de compost diluido.

**Cuadro 4.4** Medias para la variable Diámetro Polar para los efectos principales de genotipos y tipos de fertilización. UAAAN UL 2011

<b>Factor</b>	<b>Media (cm)</b>	<b>Nivel de significancia</b>
<b>Genotipo</b>		
Cuauhtémoc	5.88	a
El Cid	5.81	a
<b>Tipo de Fertilización</b>		
F1	5.93	a
F5	5.91	a
F3	5.91	a
F4	5.85	a b
F5	5.64	a b
<b>Media Gral.</b>	5.85	
<b>CV. (%)</b>	5.80%	

#### 4.5 Diámetro Ecuatorial de Fruto

Para esta variable cuya media de 4.99 cm, con un coeficiente de variación de 6.34 %, obteniéndose así que el Cid fue mayor que el Cuauhtémoc con una media de 5.11 y 4.87 cm, respectivamente, mientras que para el efecto tipo de fertilización el que obtuvo mayor resultado fue la Testigo, con una media de 5.16 cm por otro lado la mínima la obtuvo la fertilización arena + C con 4.80 cm (Cuadro 4.5); El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ( $P<0.01$ ) para el genotipo, mientras que el efecto tipo de fertilización presentó diferencias significativas ( $P<0.05$ ), (cuadro 6A).

Este resultado fue menor que los obtenidos por Rodríguez *et al* (2008) con el genotipo 'Big Beef' quienes obtuvieron un diámetro ecuatorial de 7.8 cm utilizando arena mas vermicompost como sustrato.

**Cuadro 4.5** Medias para la variable Diámetro Ecuatorial para los efectos principales de genotipos y sustratos estudiados. UAAAN-UL 2011.

<b>factor</b>	<b>Media (cm)</b>	<b>Nivel de significancia</b>
<b>Genotipo</b>		
El Cid	5.11	a
Cuauhtémoc	4.87	b
<b>Tipo de Fertilización</b>		
F1	5.16	a
F4	5.08	a b
F5	5.05	a b
F2	4.88	a b
F3	4.80	b
<b>Media Gral.</b>	4.99	
<b>CV. (%)</b>	6.34 %	

#### 4.6 Contenido de Sólidos Solubles

Para la variable sólidos solubles (Cuadro 4.6), los genotipos El Cid y Cuauhtémoc fueron estadísticamente iguales con valores 4.57 y 4.55 °Brix, respectivamente; mientras que en el tipo de fertilización de arena-C obtuvo el valor más alto con 4.92 °Brix y el valor más bajo fue con el tipo de fertilización arena-C-V con un valor de 4.23 °Brix; por otro lado el análisis de varianza (cuadro 6A) solo mostró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para los tipos de fertilización.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo fueron inferiores a los obtenidos por Cano *et al.* (2004) utilizando como sustrato de vermicompost-arena (12.5%) en el genotipo André y Adela fueron los que presentaron la mayor concentración de sólidos solubles 6.2 y 5.9 °Brix, respectivamente.

**Cuadro 4.6** Medias para la variable sólidos solubles para los efectos principales de genotipos y sustratos estudiados. UAAAN-UL 2011

<b>Factor</b>	<b>Media (° Brix)</b>	<b>Nivel de significancia</b>
<b>Genotipo</b>		
El Cid	4.57	a
Cuauhtémoc	4.55	a
<b>Tipo de Fertilización</b>		
F3	4.92	a
F4	4.69	b
F2	4.61	b
F1	4.34	c
F5	4.23	c
<b>Media Gral.</b>	4.56	
<b>CV.</b>	13.09 %	

#### 4.7 Espesor de Pericarpio

Para esta variable se muestra que estadísticamente tanto en el tipo de fertilización y genotipo son iguales obteniendo una media general de 0.77 cm con un coeficiente de variación de 12.15 %. Los valores más altos lo obtuvieron El Cid y el tipo de fertilización testigo con 0.78 y 0.79 cm, respectivamente (Cuadro 4.7). En el análisis de varianza (cuadro 8A) no se muestra diferencia significativa en ninguno de las fuentes de variación.

Los resultados obtenidos en este trabajo son inferiores a los presentados por Rodríguez *et al.* (2008) con el genotipo 'Miramar' que mostró el mayor espesor de pericarpio en todos los sustratos, con una media de 0.84 cm, pero fue mayor al obtenido en el mismo experimento pero con el genotipo 'Big Beef' que obtuvo 0.70 cm, ya que la media obtenida en este trabajo fue de 0.77 cm.

**Cuadro 4.7** Medias de genotipos y el tipo de fertilización evaluados para la variable de Espesor de Pericarpio. UAAAN UL 2011

<b>Factor</b>	<b>Media</b>	<b>Nivel de significancia</b>
<b>Genotipo</b>		
El Cid	0.78	a
Cuauhtémoc	0.76	a
<b>Tipo de Fertilización</b>		
F1	0.79	a
F4	0.78	a
F3	0.77	a
F5	0.77	a
F2	0.75	a
<b>Media Gral.</b>	0.77	
<b>CV.</b>	12.15 %	

#### 4.8 Número de Lóculos

Los resultados obtenidos para los genotipos Cuauhtémoc y el Cid con el tipo de fertilización arena-V, estadísticamente fueron iguales con valores de 2.81 y 2.80 que fueron los valores más altos, pero difieren en comparación con el tipo de la fertilización mineral (testigo) con valores de 2.13 y 2.31, respectivamente; así mismo la media general fue de 2.31 y un CV 12.79 %. (Cuadro 4.8)

El análisis de varianza muestra diferencias altamente significativa ( $P < 0.01$ ) para la fuente de variación del tipo de fertilización mientras para las otras fuentes no hubo diferencias significativas (Cuadro 9A)

Estos resultados fueron superados por los obtenidos por Acosta (2003) quien evaluando tomate en vermicompost reporta 4 lóculos, mientras que por Borrallas (2006) utilizando mezcla de arena: compost (50:50 %)+ té de compost diluido (1:3) como fuente de fertilización obtuvo una media de 5 lóculos con el genotipo Granitio.

**Cuadro 4.8** Medias de interacción genotipos y sustratos para la variable de Número de Lóculos. UAAAN UL 2011

Genotipos	Tipo de Fertilización	Media	Nivel de significancia
Cuauhtémoc	F4	2.81	a
El Cid	F4	2.80	a
El Cid	F5	2.48	b
El Cid	F1	2.31	b c
Cuauhtémoc	F5	2.30	b c d
Cuauhtémoc	F1	2.16	c d e
El Cid	F2	2.13	c d e
El Cid	F3	2.06	c d e
Cuauhtémoc	F2	2.00	d e
Cuauhtémoc	F3	2.00	e
<b>Media Gral.</b>		2.31	
<b>CV (%)</b>		12.79 %	

#### 4.9 Rendimiento

En este estudio se encontró diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) para el efecto tipo de fertilización (Cuadro 2A). En el Cuadro 4.9 se muestra que el genotipo con mayor rendimiento promedio fue el Cuauhtémoc con  $15.69 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  en el tipo de fertilización testigo y el genotipo de menor rendimiento fue El Cid con  $8.39 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  en la fuente de fertilización arena-C.

Los resultados de esta investigación son inferiores con los obtenido Moreno *et al.*(2008) donde los rendimientos más altos se presentaron para el genotipo Adela con  $17.37 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  en arena y solución nutritiva, y para el genotipo André con  $17.05 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  en la mezcla vermicompost: arena con la relación 12.5:87.5

**Cuadro 4.9** Medias de interacción genotipo x tipo de fertilización para la variable de Rendimiento. UAAAN UL 2011

Genotipos	Tipo Fertilización	Media (kg $\text{m}^{-2}$ )	Media de significancia
Cuauhtémoc	F1	15.69	a
El Cid	F5	12.65	a b
Cuauhtémoc	F5	12.39	b c
El Cid	F2	11.66	b c
El cid	F1	11.46	b c d
El Cid	F4	10.75	b c d
Cuauhtémoc	F3	10.25	b c d
Cuauhtémoc	F2	10.23	b c d
Cuauhtémoc	F4	9.23	c d
El Cid	F3	8.39	d
<b>Media Gral.</b>		11.27	
<b>CV(%)</b>		29.27 %	

## V.- CONCLUSIONES

Las plantas del tratamiento testigo (arena + fertilización inorgánica) presentó mayor producción, superando en al menos 19.3, 31.3, 26.4 y 7.7 % a las plantas de los tratamientos orgánicos F2 (arena + té de TVC al 10 % de concentración), F3 (mezcla de arena:C + TVC al 2.5 % de concentración), F4 (mezcla de arena:VC+ TVC al 2.5 % de concentración) y F5 (mezcla de arena:C:VC + TVC al 2.5 % de concentración). En peso de fruto, las plantas de F2 igualaron a las plantas de F1 para ambos híbridos. En número de frutos, las plantas de F5 igualaron a las plantas de F1 para ambos híbridos. En el tipo de fertilización F3 se incremento en 13.36 % el contenido de sólidos solubles, respecto al tipo de fertilización F1, mientras que en el tipo de fertilización F4 se incrementó al menos 21 % el número de lóculos, respecto al F1. En este estudio se mostró que tratamientos con el tipo fertilización orgánica (F2 y F5) pueden ser apropiados para la producción de tomate en invernadero.

## VI.- LITERATURA CITADA

- Abad, M. y Noguera, P. 1998. Sustratos para los cultivos sin suelo y fertirrigación. *In: Fertirrigación. Cultivos hortícolas y Ornamentales*. C. Cadahia (coord.). Ediciones Mandí-Prensa, Madrid, pp. 887-342
- Abad, M. y Noguera, P. 2000. Los sustratos en cultivos sin suelo. *In: Manual de cultivo sin suelo*. M. Urrestarazu (Ed.). Manuales Universidad de Almería, Servicio de publicaciones. 137.182 pp.
- Acosta, B. B. 2003. Producción orgánica de hortalizas con vermicompost bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México.
- Agriculture Specialis, 2002. A Supplement to the ATTRA Publication Compost Teas for Plant Disease Control Pest Management Technical Note. National Sustainable Agriculture Information Service. Pp. 2  
<http://attra.ncat.org/attra-pub/compost-tea-notes.html>. Consultado el 4 de diciembre del 2012.
- Aira M., Monroy F., Dominguez J., Mato S. How earthworm density affects microbial biomass and activity in pig manure. *Eur J Soil. Biol* 2002; 38: 7-10.
- Ansorena, M., J. 1994. Sustratos: propiedades y caracterización. Ed. Mundi-prensa. Madrid, España. PP. 11-15.
- Arancon N. Q., Edwards C. A., Dick R., and Dick L. 2007. Vermicompost Tea production and Plant Growth Impacts. *BioCycle*. 48: 51-52.
- Atiyeh, R. M., S. Subler, C. A. Edwards & J. Metzger. 1999. Growth of tomato plants in horticultural media amended with vermicompost. *Pedobiología*. 43: 724-728.
- Atiyeh R., M.; Subler, S.; Edwards C., A.; Bachman, G. and Metzger J., D. 2000. Effects of vermicompost and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiología* 44:579-590.

- Atiyeh R. M.; Edwards, C. A.; Subler.S; Metzger, J. D. 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.
- Ayers, R. S., Westcot, D.W., 1994. *Water Quality for Agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1. FAO. Rome. 174 p.
- Bastida, T.A. 2008. Panorama de los invernaderos en México y el mundo. In: modulo II. Diseño agronómico y manejo de invernaderos. Primer curso de especialización en Horticultura protegida. UACH, Departamento de Fitotecnia.
- Bastida T. A., Ramírez A. J A. 2008. *Los Invernaderos en México*. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. 123-127p.
- Borrallas, V. L. 2006. Producción de tomate orgánico bajo condiciones de invernadero fertilizado con compost. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México.
- Brentlinger D. 2002. Certified organic tomato production. <http://www.cropking.com/organic.html>.
- Burés, S. 1997. *Sustratos*. Ed. Agrotecnicas. Madrid, España. Pp. 265-274
- Burés, A.C., 1998. Introducción a los sustratos. Aspectos generales. *In: Tecnología de sustratos. Aplicación a la producción Viverística ornamental, hortícola y forestal*. J. Narciso Pastor S. (ed.). Universidad de Lleida. Pp: 19-31.
- Cano R. P.; Moreno R. A.; Márquez H. C.; Rodríguez D. N.; Martínez C. V. 2004. Producción Orgánica de Tomate bajo Invernadero en la Comarca Lagunera, 2004. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción .Torreón, Coah. México, Octubre 13, 14 y 15 del 2004
- Carpenter-Boggs. 2005. Diving into compost tea. *Biocycle* 46: 61–62.
- Castellanos J.Z., Uvalle B.J.X., Aguilar S.A. 2000. *Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas*. INCAPA. México
- Castellanos, Z. J. 2003. Análisis de costos de inversión y producción de tomate en invernadero. *In: Manual de producción hortícola en invernadero*. Muñoz, R.J.J.; Castellanos Z.J. (eds.). INCAPA. México. Pp.321-332

- Castellanos, Z.J y Borbón, M.C. 2008. Manual de producción de tomate en invernadero in: capítulo I. panorama de la horticultura protegida en México. Pp.19-36
- Castilla N. 2005. Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo. Editorial Mundiprensa. Madrid, España. 462 p.
- Chen, K.-Y., Cong, B., Wing, R., Vrebalov, J., Tanksley, S.D., 2007.Changes in Regulation of a Transcription Factor Lead to Autogamy in Cultivated Tomatoes.Science. 318(5850): 643-645
- Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta, pp 43-87. *In*: El cultivo del tomate. F. Nuez (ed.) Editorial Mundi-prensa México.
- CNA, 2009. Coordenadas geográficas de torreón. Disponible en: <http://www.cna.gob.mx/> fecha de consulta: 03 de octubre de 2012.
- Cruces C. R 1990. Lo que México aporó al mundo. Edit. Panorama. 2ª reimpresión. México, D.F. pp. 61-64
- Cruz B. L. 2007. Calidad de semilla de tomate (*Lycopersicum esculentum*Mill) por efecto de potencias osmóticas, calcio y podas bajo condiciones de invernadero. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 177 p.
- Edwards C. A., Arancon N. Q., and Greytak S. 2006. Effects of vermicompost tea on plant growth and disease. *Biocycle* 47: 28–31.
- Edwards C. A., Askar A., Vasko-Bennet M., Arancon N. 2012. the Use and Effects of Aqueous Extracts from Vermicompost or Teas on Plantn Grownt and yields. *In*: Vermiculture Technology, ed. C.A. Edwars, N. Arancon and R. Scherman. 235-248. CRC Press, Boca Raton, FL. DOI:10.1201/b10453-16
- Eghbal B. 2000. Nitrogen mineralization from field-applied beef cattle feedlot manure or compost.*Soil Science Society of AmericaJournal*.64:2002-2030.
- Escudero, J. 1993. Cultivo hidropónico del tomate. *In*: Curso Superior de Especialización sobre Cultivos sin Suelo. F. Cánovas y J.R. Díaz (Eds.). I.E.A. /F.I.A.P.A., Almería, pp. 261-297.
- FAO. 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia. 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 XXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, 15 de octubre del 2002. Torreón, Coahuila.

Félix H. J. A., R. R. Sañudo T., G. E. Rojo M., R. Martínez R. y V. Olalde P. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai*. 4(1): 57-67

Figueroa V. U., 2003. Uso sustentable del suelo. En: abonos organitos y plasticultura. Gómez palacio, Durango México. FAZ UJED. SMCS y COCYTED pp. 1-22

Fideicomiso Instituido en Relación con la Agricultura (FIRA). 2003. Agricultura orgánica. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. México, D.F.

Fitzpatrick, E. A. (1996). Suelos, su formación, clasificación y distribución. 1ª (Ed). En Español Cia. Editorial continental, S.A. de C.V. México. D.F.

Gajalakshmi, S., E. V. Ramasamy y S. A. Abbasi. 2001. Potencial of two anecic earthworm species in vermicomposting of water hyacinth. *Bioresourcetechnology* 76: 177-181 pp.

Gómez C. M. Á.; Schwentesius R.R. y Gómez T. L. 2005. Agricultura, Apicultura y Ganadería Orgánicas de México. 2005. Ed. CIESTAAM y CEDRSSA, México, 73p

Gómez T.L., Gómez C.M.A. y Schwentesius R.R. 1999. Producción y comercialización de hortalizas orgánicas en México. p 121-158. *In: Agricultura de exportación en tiempo de globalización. El caso de las hortalizas, frutas y flores.* C.Grammont H., Gómez C.M.A., González H. y Schwentesius R.R (Eds.) CIESTAAM/UACH.

Gómez Tovar, L. y Gómez Cruz, M. A. 2004. La agricultura orgánica en México y en el mundo. *CONABIO. Biodiversitas* 55: 13:13

González M., Miglioranza B.K.S., Aizpuñán M. J.E. and Moreno J.V. 2003. Occurrence and Distribution of Organochlorine Pesticides (OCPs) in Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Crops from Organic Production. *J. Agric. Food Chem.* 51, 1353-1359.

Gutiérrez-Miceli, F. A., J. Santiago-Borraz, J. A. Montes Molina, C. C. Nafate, M. Abdud-Archila, M. A. OlivaLlaven, R. Rincón-Rosales & L. Deendoven. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and

fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*).  
BioresourceTechnology. 98: 2781-2786

Handreck K., A. 1986. Vermicompost as component of potting media. *Biocycle* 27(9):58-62.

Haring, A. S., Dabbert, F. O. Ferman, H. N. 2001. Benefits of organic farming to society. In: Danish Ministry of Food and Fisheries. Organic Food and Farming: Towards Partnership and Action in Europe. Proceedings, 10 - 11 de Mayo. 80 p.

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

Hilhorst, H.W.M., Groot S.P.C. and Bino R.J. 1998. The tomato seeds as a model system to study seed development germination. *Acta botánica Neerlandica* 47: 169-183.

Hoitink H. A. J., Stone A. G and Han D. Y. 1997, Suppression of plant diseases by composts. *HortScience* 32:184-187.

Hortalizas, 2010. Tomates de México. En línea: <http://www.hortalizas.com/articulo/18142/tomates-de-mexico>. Consultado el 19 de septiembre del 2012.

Infoagro. 2003. El cultivo del tomate. En línea: [www.infoagro.com/hortalizas/tomate.html](http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.html). (Revisado el 16 de septiembre del 2012)

Infoagro. 2011. El cultivo del tomate. En línea: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate2.htm> (Consultado el 13 de septiembre del 2012)

Johnson D.L. 1997. Using earthworm systems. *BioCycle* 38, 7:63-64.

Lampkin. 1999. Organic farming in the European Union. Overview, policies and perspectives. Ponencia presented en la conference "Farming in the European Union. Perspectives for the 21st century". Baden, Austria, 6 pp.

Lemaire, F., A. Fatigues, L.M. Reviere, S. Charpeinter y P. Morel. 2003. Cultures en post et conteneurs, principes agronomiques et applications. 2<sup>a</sup> ed. INRA. Paris. 210 p.

- Leyva, G.A. 2008 La Agricultura Sostenible y su impacto en Cuba. En: VXI Congreso Científico del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (16: 2008, nov 24-28, la Habana). Memorias. CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2008. ISBN 978-959-16-0953-3.
- Lomelí, Z. H. 1999. Agricultura. Hidroponía, ventajas y beneficios comerciales. Edición número 60. Ocotlán, Jalisco, México.
- López A. 2004. Productos orgánicos ganan popularidad en el mercado. El financiero. 11 de marzo 2012.
- López M.J. D., Salazar S.E., Trejo E.H.I., Castellanos P.E., Vázquez C.V., Zúñiga T.R., Covarrubias R.J.M. 2007. Producción orgánica en invernaderos *In*: capítulo III producción de compost. Gómez Palacio Durango, México, Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, COCyTED, 2007. 161 p.
- Macilwain C. 2004. Organic: is it the future of farming? Nature 428 p: 792-793.
- 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., Rodríguez-Dimas, N., Moreno-Reséndez, A., de La Cruz-Lázaro, E., García-Hernández, J.L., Preciado-Rangel, P., Castañeda, G., García, C., 2009. Producción en invernadero de tomate orgánico. In: Cano-Ríos P. (Ed.), I Simposio de Producción Moderna de Melón y Tomate. XIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Torreón Coahuila. México. p. 1-24.
- Martínez, F. X. 1993. Propuesta de metodología para la determinación de las propiedades físicas de los sustratos. Actas de Horticultura, 11: 55-66.
- Matheus, L., G. Graterol B., D. Simancas G., O. Fernández. 2007. Efecto de diferentes abonos orgánicos y su correlación con bioensayos para estimar nutrientes disponibles. Agricultura Andina. Q3: 19-26
- Melgarejo R., M y Ballesteros M. I., 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.
- Moreno R. A., Cano R. P y Rodríguez D. N. 2004. El vermicompost: un medio

de crecimiento potencial para el desarrollo de especies vegetales, Departamento de suelos, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-UL, México, pp.4 ,5.

Moreno R. A., Gómez F. L., Cano R. P., Martínez C. V., Reyes C. J L., Puente M. J L y Rodríguez D. N. 2008. Genotipos de tomate en mezclas de vermicompost: arena en invernadero. Terra latinoamericana vol. 26

Muñoz, R.J.J. 2008. Manual de producción de tomate en invernadero. En: estructuras de invernaderos y cubiertas de protección. Pp19-40.

Mustin, M. 1987. Le Compost, Gestión de la Metiere Organique. Paris, EditionsFrancois DUBUSC, p: 954.

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

Ojo de Agua, 2007. Estrés salino y comparación de dos sistemas de producción sobre el rendimiento del tomate (*Lycopersicum esculentum*Mill.) cultivada en invernadero. Colegio de postgraduados, Montecillo, Estado de México. 105 p.

Olivares S.E y Benavides P.J. 2004. Un modelo de producción de hortalizas en invernadero para el Estado de Nuevo León. En: Sánchez R.F.J., Moreno R.A., Puente M.J.L. y Araiza Ch J. (eds). Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreón, Coah. México. Octubre 13-15. p.1-9.

Ortega M. LD., Sánchez O. J., Ocampo M. J; Sandoval C. E., Salcido R. B A y Manzo R. F. 2010. Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Redalyc vol. 6

Quintero S. R. 2000 el cultivo del aguacate orgánico en México. Curso internacional para inspectores orgánicos IFOAM/BIOAGRICOOP. Volumen I. ex Hacienda Caracha, Uruapan, Michoacán, México. Abril del 2000. Instituto Politécnico Nacional, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Centro de Investigación y Desarrollo en Agricultura Orgánica de Michoacán, CIECAS, Fundación Produce Michoacán y SAGAR.

Ramírez, E. L A. 2006. Tiempo de aplicación de vermicompost en cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*Mill.) bajo condiciones de invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Torreón, Coahuila, México.

- Ramírez, Rojas S., A. Salazar P., Nakagome. 2001. Manual de plagas y enfermedades del jitomate, tomate de cascara y cebolla en el estado de Morelos, México. Pp.65-66
- Ramírez, V, J. 2009. Manejo orgánico del cultivo del tomate bajo techo, In: memorias del VII Simposio Internacional de Producción de Cultivos en Invernaderos, San Nicolás de los Garza, N.L México. PP. 3-17.
- Raviv M. O Y., Katan J., Hadar Y., Yogev A., Medina s., Krasnovsky A., Ziadna H. 2004. High – nitrogen compost as a medium for organic container-grown crops. *BioresourceTechnology*; 96 (4): 419-427.
- Rodríguez D.N; P Cano R., E. Favela Ch., A. Palomo G., A. Moreno R., 2005. Evaluación de sustratos en la producción orgánica en tomate bajo condiciones de invernadero. (En). XI Congreso nacional de la sociedad mexicana de ciencias hortícolas. Chihuahua, Chih. Méx. 27 al 29 de septiembre del 2005.
- Rodríguez D.N., Cano R.P., Favela CH. E., Figueroa V.U., Paul de, A.V., Palomo G.A., Márquez H.C., Moreno R.A. 2007. Vermicompost como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista horticultura Chapingo Serie Horticultura* 13 (2): 185-192.
- Rodríguez-Dimas, N., Cano-Ríos, P., Figueroa-Viramontes, U., Palomo-Gil, A., Favela-Chávez, E., Álvarez-Reyna, V. de P., Márquez-Hernández, C., Moreno-Reséndez, A., 2008. Producción de tomate en invernadero con humos de lombriz como sustrato. *Rev. Fitotec. Méx.* 31: 265-272.
- Rodríguez D.N., P Cano R., Figueroa V. U., Favela CH.E., Moreno R.A, Márquez H.C., Ochoa M. E., Preciado R. P., 2009. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Publicado en *Terra Latinoamericana* 27: 319-327.
- Rodríguez, M.D. (1994). "IPM Tomate. Programa de manejo integrado en cultivo de tomate bajo plástico en Almería". Junta de Andalucía.
- Rodríguez M. R. y Jiménez D. F. 2002. Manejo de invernaderos. En: *Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED*. Venecia, Durango. Pp. 58-65.
- Rodríguez R.R., J. M. Tavares R. y J. A. Medina J. 2001. *Cultivo moderno del Tomate*. Mundi-Prensa. Madrid, España. 255 p.

- Samperio-Ruiz, G. 2004. Un paso más en la hidroponía. Editorial Diana S. A. de C.V. México. Pp. 57-70.
- Sánchez, B. F., y Favela, Ch. E. 2000. Construcción y manejo de invernaderos. UAAAN-UL. Pp. 2-8.
- Sánchez del F.C.2008. Diseño agronómico de los invernaderos en México y en el mundo. In: Modulo II. Diseño agronómico y manejo de invernaderos. Primer curso de especialización en Horticultura Protegida. Departamento de Fitotecnia, UACH.
- Sandoval V. M. y Amador P, B. B. 2003. Horticultura Intensiva en Invernadero. Uach. Montecillos, Texcoco, Estado de México. Pág.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación(SAGARPA) 2005. Servicio de Información y Estadística Agroalimentariay Pesquera (SIAP). Sistema de Información Agropecuarias de Consulta (SIACON). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Versión 1.1.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2006. Resumen Agrícola Región Lagunera Delegación en la región lagunera subdelegación de planeación y desarrollo rural. En: Resumen Económico Comarca Lagunera 2005. El Siglo de Torreón pág. 32. Torreón Coahuila.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2011. Programa de Ejecución Directa de Agricultura Protegida. Secretaría de Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentación. [Consultado 04 de diciembre del 2012]. Disponible en: <http://www.amhpac.org/contenido/plan%20nacional%20de%20agricultura%20protegida%202009.pdf>
- Secretaria de agricultura, ganadería, Desarrollo rural, Pesca y alimentación (SAGARPA). 2001 Sistema de Información Agropecuaria de consulta (SIACON). EN LINEA. SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACION (SAGARPA). 2001 SISTEMA D INFORMACION AGROPECUARIA DE CONSULTA (SIACON).<http://www.siap.sagarpa.gob.mx/arcomagri.html>. 10 de octubre del 2008.
- Singhn B., A. K. Khare., D.S. Bhargava and S. Bhattacharya. 2005. Effect of

- initial substrate pH on vermicomposting using perionyx excavates (Perrier, 18789) *Applied Ecology and Environmental Research* 4(1): 85-89.
- Sharma, S., Pradhan, K., Satya, S., Vasudevan, P. 2005. Potentiality of Earthworms for Waste Management and in Other Uses-A Review. *J. Am. Sci.* 1(1): 1-16.
- Schlermeler Q. 2004. Organic world view. *Nature* 428 p: 794-795.
- Scheuerell S. J and Mahaffee W. F. 2002. Compost tea: principles and prospects for plant disease control. *Compost Sci Util* 10:313–338.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2011. Producción de jitomate rojo bajo invernadero. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/> [Fecha de consulta: 8 de agosto de 2011].
- Tan, K.H.1992. *Principies of soil chemistry*. Marcel Dekker, Inc. New York, NY.
- USDA. 2002. Organic food standards and labels: The facts. Disponible en <http://www.ams.usda.gov/nop/consumers/brochure.html>, consultado 10-09-2005
- Vázquez, V.C., Salazar S.E., Figueroa V.R., Valenzuela R.J.S. y Fortis H.M.2001. Efecto del acolchado y estiércol de bovino en la modificación de algunas características del suelo de la Comarca Lagunera. XIII Semana Internacional de Agronomía, FAZ-UJED. Gómez Palacio, Dgo. Pág. 178-182.
- Willer H., Sorensen N. and Yussefi M.M. 2008. The World of Organic Agriculture 2008: Summary. In: *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2008*. Willer H., Yussefi M.M. and Sorensen N. (Eds). IFOAM-FIBL. London, UK. p.15-22
- Willer H and Yussefi M. 2000.Organic agriculture worldwide. IFOAM. Disponible en: <http://www.soel.de/inhalte/publikationen/ s 74 02.pdf>. (Consulta 15 de febrero del 2006)
- Zaidan, O. y Avidan. 1997. CINDACO. Curso Internacional de hortalizas.
- Zamorano, U. J. 2005. Evolución y perspectivas de la agricultura orgánica en México. *Claridades agropecuarias*. p 3-4.

## APÉNDICE

**Cuadro 1A.** Análisis de varianza para la Altura de la planta en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>Significancia</b>
Genotipo	1	2487.92202	2487.92202	7.6	**
Fertilización	4	71572.64473	17893.16118	5.4	**
G*F	4	4797.13596	1199.28399	3.6	**
Error	10	0.00000	0.00000		
Total	19				
C.V	4.76 %				

F.V = fuente de variación; G.L=Grados de libertad; S.C= Suma de Cuadrados; C.M= Cuadro media; F.C= F. Calculada; CV=Coeficiente de Variación; \*\* = Altamente significativo

**Cuadro 2A.** Análisis de varianza para la variable Rendimiento en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>Significancia</b>
Bloque	7	68131218.6	9733031.2	0.89	NS
Genotipo	1	6790655.3	6790655.3	0.62	NS
B*G	7	68834746.6	9833535.2	0.90	NS
Fertilización	4	197592652.0	49398163.0	4.54	**
G*S	4	95996180.8	23999045.2	2.21	NS
Error	56	609438695	10882834		
Total	79				
C.V	29 %				

F.V = fuente de variación; G.L=Grados de libertad; S.C= Suma de Cuadrados; C.M= Cuadro media; F.C= F. Calculada; CV=Coeficiente de Variación; NS = No Significativo; \*\* = Altamente significativo

**Cuadro 3A.** Análisis de varianza para la variable Numero de Frutos en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>Significancia</b>
Bloque	7	313.000000	44.714286	0.45	NS
Genotipo	1	80.000000	80.000000	0.81	NS
B*G	7	409.200000	58.457143	0.59	NS
Fertilización	4	892.325000	223.081250	2.25	NS
G*S	4	1098.875000	274.718750	2.77	*
Error	56	5544.800000	99.014286		
Total	79				
C.V	29 %				

F.V = fuente de variación; G.L=Grados de libertad; S.C= Suma de Cuadrados; C.M= Cuadro media; F.C= F. Calculada; CV=Coeficiente de Variación; NS = No Significativo; \* = Significativo

**Cuadro 4A.** Análisis de varianza para la variable Peso Promedio en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>Significancia</b>
Bloque	7	728.180759	104.025823	1.70	NS
Genotipo	1	238.775051	238.775051	3.89	NS
B*G	7	134.904599	19.272086	0.31	NS
Fertilización	4	3078.249833	769.562458	12.55	**
G*S	4	328.792393	82.198098	1.34	NS
Error	56	3434.284455	61.326508		
Total	79				
C.V	9.81 %				

F.V = fuente de variación; G.L=Grados de libertad; S.C= Suma de Cuadrados; C.M= Cuadro media; F.C= F. Calculada; CV=Coeficiente de Variación; NS = No Significativo; \*\* = Altamente Significativo

**Cuadro 5A.** Análisis de varianza para la variable Diámetro Polar en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>Significancia</b>
Bloque	7	0.65475500	0.09353643	0.81	NS
Genotipo	1	0.10952000	0.10952000	0.95	NS
B*G	7	0.51216000	0.07316571	0.63	NS
Fertilización	4	0.89508000	0.22377000	1.94	NS
G*S	4	0.79418000	0.19854500	1.72	NS
Error	56	6.46506000	0.11544750		
Total	79				
C.V	5.80 %				

F.V = fuente de variación; G.L=Grados de libertad; S.C= Suma de Cuadrados; C.M= Cuadro media; F.C= F. Calculada; CV=Coeficiente de Variación; NS = No Significativo.

**Cuadro 6A.** Análisis de varianza para la variable Diámetro Ecuatorial en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.C</b>	<b>Significancia</b>
Bloque	7	0.65491875	0.09355982	0.93	NS
Genotipo	1	1.14481125	1.14481125	11.37	**
B*G	7	1.06587875	0.15226839	1.51	NS
Fertilización	4	1.44987000	0.36246750	3.60	*
G*S	4	0.57594500	0.14398625	1.43	NS
Error	56	5.63606500	0.10064402		
Total	79				
C.V	6.34 %				

F.V = fuente de variación; G.L=Grados de libertad; S.C= Suma de Cuadrados; C.M= Cuadro media; F.C= F. Calculada; CV=Coeficiente de Variación; NS = No Significativo; \* = Significativo; \*\* = Altamente significativo

**Cuadro 7A.** Análisis de varianza para la variable de Sólidos Solubles en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Significancia
Bloque	7	3.36983875	0.48140554	1.35	NS
Genotipo	1	0.01081125	0.01081125	0.03	NS
B*G	7	0.36553875	0.05221982	0.15	NS
Fertilización	4	4.77931750	1.19482937	3.34	*
G*S	4	0.80955750	0.20238937	0.57	NS
Error	56	20.00508500	0.35723366		
Total	79				
C.V	13.09 %				

F.V = fuente de variación; G.L=Grados de libertad; S.C= Suma de Cuadrados; C.M= Cuadro media; F.C= F. Calculada; CV=Coeficiente de Variación; NS = No Significativo; \* =Significativo

**Cuadro 8A.** Análisis de varianza para la variable de Espesor de Pericarpio en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Significancia
Bloque	7	0.14832000	0.02118857	2.38	*
Genotipo	1	0.01250000	0.01250000	1.40	NS
B*G	7	0.07798000	0.01114000	1.25	NS
Fertilización	4	0.01539250	0.00384812	0.43	NS
G*S	4	0.03416250	0.00854063	0.96	NS
Error	56	0.49952500	0.00892009		
Total	79				
C.V	12.15 %				

F.V = fuente de variación; G.L=Grados de libertad; S.C= Suma de Cuadrados; C.M= Cuadro media; F.C= F. Calculada; CV=Coeficiente de Variación; NS = No Significativo; \* = Significativo

**Cuadro9A.** Análisis de varianza para la variable de Número de Lóculos en los genotipos y fertilización evaluados. UAAAN-UL 2011.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Significancia
Bloque	7	0.62511500	0.08930214	1.02	NS
Genotipo	1	0.21218000	0.21218000	2.43	NS
B*G	7	0.90778000	0.12968286	1.48	NS
Fertilización	4	6.30483250	1.57620812	18.04	**
G*S	4	0.08913250	0.02228312	0.26	NS
Error	56	4.89255500	0.08736705		
Total	79				
C.V	12.79 %				

F.V = fuente de variación; G.L=Grados de libertad; S.C= Suma de Cuadrados; C.M= Cuadro media; F.C= F. Calculada; CV=Coeficiente de Variación; NS = No Significativo; \*\* = Altamente Significativo