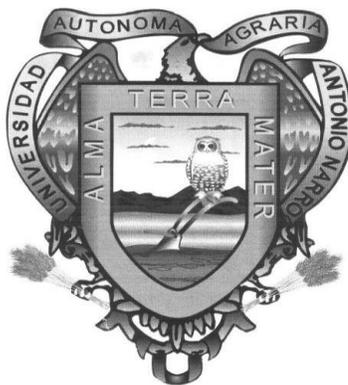


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**PRODUCCIÓN DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.) CON ABONOS  
ORGÁNICOS EN INVERNADERO.**

**POR**

**JOSÉ MIGUEL CASTRO AGUILERA**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN AGROECOLOGÍA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE DE 2011.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.) CON ABONOS  
ORGÁNICOS EN INVERNADERO.

POR:

JOSÉ MIGUEL CASTRO AGUILERA

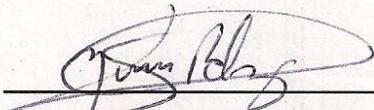
TESIS

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

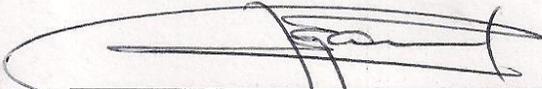
INGENIERO EN AGROECOLOGÍA  
REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR

ASESOR

PRINCIPAL:

  
DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

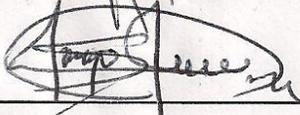
ASESOR:

  
DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

ASESOR:

  
ING. ELISEO RAYGOZA SÁNCHEZ

ASESOR:

  
DR. JESÚS VÁSQUEZ ARROYO

  
DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2011.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

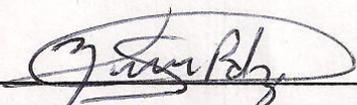
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JOSÉ MIGUEL CASTRO AGUILERA  
QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

APROBADA POR:

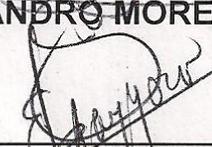
PRESIDENTE:

  
DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

VOCAL:

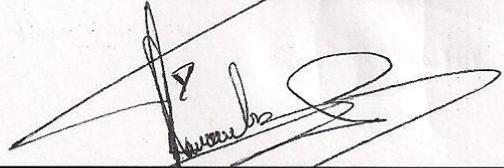
  
DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL:

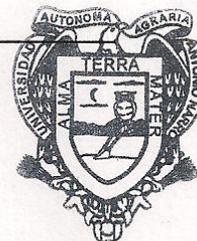
  
ING. ELISEO RAYGOZA SÁNCHEZ

VOCAL:

  
DR. JESÚS VÁSQUEZ ARROYO

  
DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2011.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Dra. Norma Rodríguez Dimas le agradezco todo el apoyo brindado durante y después de la realización de mi tesis, por todos sus consejos, dedicación, sabiduría y su gran amistad y sobre todo por su paciencia otorgada durante la realización de este proyecto.

También agradezco las facilidades otorgadas a la UAAAN UL por haberme apoyado en la realización de este proyecto y por mi formación profesional en los 4 años y ½ de carrera. Y doy las gracias a todos mis profesores por los conocimientos enseñados y aprendidos para todos ellos mi respeto y admiración.

A mis asesores de este proyecto a la Dra. Norma Dimas Rodríguez, Dr. Alejandro Moreno Resendes, Dr. Jesús Vásquez Arroyo y también a un gran maestro y amigo el Ing. Elíseo Raygoza Sánchez.

A mis compañeros y amigos al Osmar, a Elieber, Marisonia, Blanquita, Nurian, Agustín, Cristy, Diego, Carlos, Martín, Noemí, Isiquia, Fernando, Pedro, Darío, Dalia, Flavio, Obet, y a todos mis compañeros del Tae Kwon Do, en especial al Prof. Oscar Ojeda.

A todos ellos y demás amigos por brindarme su amistad en las buenas y las malas esperando que aquí no sea el final de nuestra amistad mas bien sea el inicio y fortalecerla aun mas gracias por todo.

## **AGRADECIMIENTO ESPECIAL**

A la Dra. Norma Rodríguez Dimas por haberme ayudado en la elaboración de esta tesis, por todos sus consejos y por su gran apoyo en este proyecto.

Por su completa disposición, paciencia, sabiduría y sobre todo por su gran amistad gracias y espero que le valla bien en la vida a ella y toda su familia gracias.

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS MI PADRE**

Por darme la vida y darme fuerzas para poder terminar mi carrera y espero me siga dando fuerzas y su espíritu santo para poder seguir aprendiendo mas acerca de su santo nombre y como se menciona en Mateo Capitulo 6 Versículo 33 seguir buscando primero el reino y la justicia de dios y todas las otras cosas serán añadidas.

### **A MIS PADRES**

Les pido que no me aplaudan a mí sino a mis padres ya que este logro es de ellos, pues ellos a pesar de todas las dificultades que afrontamos hicieron de nosotros unas personas de bien y nos dieron la herencia más grande que es esta carrera. Gracias los Amo.

Miguel Castro Félix y Aurora Aguilera Rivera, con mucho amor y cariño, por todo su apoyo y comprensión por que en cada ayuda dieron parte de su corazón. A ellos quien a pesar de todos los esfuerzos y dificultades dieron de sí lo mejor.

### **A MIS HERMANOS**

Brenda, Cesar, Sergio especialmente mi hermano Raúl quien sacrifico sus estudios para que nosotros tuviéramos una carrera con mucho amor y cariño para todos ellos, por todo lo que hemos vivido juntos en las buenas y en la malas ya que no contamos con riquezas pero si con el don mas precioso de Dios el Amor y la unidad que nos tenemos y esperemos seguir así hasta que Dios permita. Gracias los Amo.

### **A MIS SOBRINOS**

Maite, Edgarin, Abrilita y Raulito por ser una razón mas para seguir adelante en la vida y darnos la dicha de escuchar esas risas inocentes las cuales nos llenan de alegría y satisfacción los amo.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	VI
<b>ÍNDICE DE CUADROS DE APÉNDICE</b> .....	VII
<b>RESUMEN</b> .....	VIII
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Metas.....	3
1.3. Hipótesis.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1. Origen del pepino.....	4
2.2. Clasificación taxonómica.....	4
2.3. Morfología.....	5
2.3.1. Tallos.....	5
2.3.2. Sistema radicular.....	5
2.3.3. Flores.....	6
2.3.4. Hojas.....	6
2.3.5 Frutos.....	6
2.4. Requerimientos Agroclimatológicos.....	7
2.4.1. Temperatura.....	7
2.4.2. Humedad.....	7
2.4.3 Luminosidad.....	8
2.4.4. Fertirrigación del cultivo.....	8
2.4.5. Material vegetal.....	9
2.5. Producción mundial de pepino.....	9
2.6. Producción de pepino en México.....	10
2.7. Importancia del pepino en las hortalizas nacionales.....	11
2.8. Antecedentes de producción en invernaderos.....	12
2.8.1. Ventajas de producir en invernaderos.....	13
2.8.2. Desventajas de producir en invernadero.....	14
2.9. Concepto de agricultura orgánica.....	15

2.9.1. Ventajas de la producción orgánica.....	16
2.9.2. Desventajas de la producción orgánica.....	17
2.9.3. Situación mundial de la producción orgánica.....	17
2.9.4. Situación nacional de la producción orgánica.....	18
2.10. Concepto y definición de sustratos.....	19
2.10.1. Sustratos orgánicos.....	20
2.10.2. Propiedades de los sustratos.....	21
2.10.3. Clasificación de los sustratos.....	22
2.10.4. Utilización de los sustratos orgánicos.....	24
2.11. Clasificación de los fertilizantes inorgánicos.....	25
2.12. Compostaje.....	26
2.12.1. Beneficios del compostaje.....	27
2.12.2. Desventajas del compostaje.....	28
2.13. Antecedentes de producción orgánica empleando sustratos orgánicos.	28
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera.....	31
3.2 Localización del experimento.....	31
3.3 Forma del invernadero.....	32
3.4 Material compost.....	32
3.5 Llenado de macetas.....	33
3.6 Genotipo.....	33
3.7 Siembra.....	33
3.8 Fertirriego.....	34
3.9 Pasos para la preparación del Té de compost.....	35
3.10 Manejo del cultivo.....	36
3.10.1 Poda.....	36
3.10.2 Entutorado.....	36
3.10.3 Polinización.....	37
3.10.4 Control de plagas y enfermedades.....	37
3.10.5 Cosecha.....	37
3.11. Variables a evaluar.....	38

3.12. Diseño experimental.....	38
3.13. Análisis estadísticos.....	39
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>40</b>
4.1. Rendimiento.....	40
4.1.1 Número de frutos por planta.....	40
4.2 Calidad del fruto.....	41
4.2.1 Peso del fruto.....	41
4.2.2 Diámetro polar.....	42
4.2.3 Diámetro ecuatorial.....	43
4.2.4. Diámetro de cavidad.....	44
4.2.5 Sólidos solubles (°Brix).....	45
4.2.6 Espesor de pulpa.....	46
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>49</b>
<b>VII. APÉNDICE.....</b>	<b>55</b>

## INDICE DE CUADROS

		Página
<b>Cuadro 3.1</b>	Solución nutritiva empleada en la fertirrigación en el cultivo de pepino en invernadero, UAAAN UL, 2011.	35
<b>Cuadro 4.1</b>	Rendimiento de pepino evaluado con abonos orgánicos bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2011 UAAAN U-L.	42
<b>Cuadro 4.2.1</b>	Peso de fruto de pepino evaluado con abonos orgánicos bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2011 UAAAN U-L.	43
<b>Cuadro 4.2.2</b>	Diámetro polar y ecuatorial de fruto de pepino evaluado con abonos orgánicos bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2011 UAAAN U-L.	45
<b>Cuadro 4.2.3</b>	Diámetro de la cavidad de fruto de pepino evaluado con abonos orgánicos bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2011 UAAAN U-L.	46
<b>Cuadro 4.2.4</b>	Sólidos solubles de fruto de pepino evaluado con abonos orgánicos bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2011 UAAAN U-L.	47
<b>Cuadro 4.2.5</b>	Espesor de pulpa de fruto de pepino evaluado con abonos orgánicos bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2011 UAAAN U-L.	48

## ÌNDICE DE APÈNDICE

	<b>Página</b>
<b>Cuadro A1</b> Cuadrados medios de significancia de Rendimiento y número de frutos por planta del cultivo de pepino evaluado con formas de abonos orgánicos en invernadero en primavera – verano del 2011. UAAAN-UL.	56
<b>Cuadro A2</b> Cuadrados medios de significancia de las variables peso, diámetro polar y diámetro ecuatorial del cultivo de pepino evaluado con abono orgánico en invernadero en primavera – verano del 2011. UAAAN-UL 2011.	56
<b>Cuadro A3</b> Cuadrados medios de significancia de las variables espesor de pulpa, sólidos solubles y diámetro de la cavidad del fruto del cultivo de pepino evaluado con formas de abonos orgánicos en invernadero en primavera – verano del 2011. UAAAN-UL 2011.	56
<b>Figura 1</b> Temperaturas registradas durante el experimento en los meses de: A) Mayo, B) Junio, C) Julio y D) Agosto en el cultivo de pepino evaluado en cuatro tratamientos de fertilización en invernadero. Comarca Lagunera 2011	57

## RESUMEN

En México el pepino es una de las principales hortalizas que más se exporta, principalmente a los Estados Unidos, actualmente se le considera como una de las hortalizas que más se produce bajo condiciones de invernadero, la ventaja que ofrece la producción en invernadero con respecto al campo ha favorecido el incremento de producir pepinos bajo estas condiciones. La producción de pepino mediante sustratos orgánicos, como son las mezclas de compost y arena permite un buen desarrollo en la planta y una buena calidad del fruto, además de que son materiales que fácilmente se pueden conseguir, y aun buen precio, ya que el uso de fertilizantes inorgánicos puede ser costoso para aquellos productores que se dedican a la producción de pepinos bajo condiciones de invernadero, esto sería una buena alternativa para comenzar a producir pepinos.

Durante el periodo mayo-agosto del 2011 se estableció el experimento en los invernaderos de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U.L, de Producción de pepino con abonos orgánicos en invernadero, esto se estableció con el objetivo de evaluar las diferentes combinaciones de abonos orgánicos en la producción de pepino y de esta manera generar una dosis óptima, que permita incrementar su rendimiento y calidad bajo condiciones de invernadero. El material utilizado para este experimento fue el híbrido “saber EZ”, la siembra fue en forma directa en las macetas. Para los sustratos se utilizaron compost y arena, con aplicaciones de fertilizantes inorgánicos (solución nutritiva) y fertilizantes orgánicos (Té de compost), el diseño experimental fue completamente al azar, donde la unidad experimental

constó de cinco plantas por tratamiento. Los tratamientos evaluados fueron T1= Testigo 100% arena con fertilización convencional; T2= sustrato arena y fertilización orgánica (té compost); T3=, mezcla de materiales 50% arena y 50% compost con fertilización convencional; T4= mezcla de materiales sustrato 50% arena y 50% compost mas fertilización orgánica es con Té diluido (1:3) Té compost y agua. Las variables evaluadas para calidad de fruto: fueron peso, diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos solubles, espesor de pulpa, número de lóculos de cada fruto, esto se determinó con análisis de varianza y la cosecha rendimiento y número de frutos.

El cultivo de pepino en condiciones de invernadero con manejo orgánico mostró diferencias altamente significativas en rendimiento. El tratamiento testigo con fertilización inorgánica y el tratamiento T3 (50 %Arena+ 50% compost+ fertilizante inorgánico) mostraron mayor rendimiento y fueron estadísticamente iguales con 135.5 y 119.2 t·ha<sup>-1</sup> que los generados por los tratamientos de té de compost de origen orgánico superando el tratamiento T1 en un 40 % al tratamiento T4 té de compost diluido.

Para calidad de fruto en el peso aunque no hubo diferencia significativa presentando el mayor peso en fruto el tratamiento T2 con fertilización orgánica. Para diámetro polar los tratamientos T2 y T3 orgánicos superaron al T1 testigo, mostraron diferencia significativa con respecto al testigo. No se encontró diferencias en la variables de calidad en diámetro de cavidad y ecuatorial, sólidos solubles y espesor de pulpa del fruto en los tratamientos evaluados. Lo que indica que los tratamientos

orgánicos no afectaron la calidad de fruto. El tratamiento de compost con fertilizante orgánico puede ser viable para producir pepino orgánico en invernadero.

**Palabras Clave:** Pepino, Invernadero, Compost, Abonos orgánicos, Arena.

## I. INTRODUCCION

El cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) es importante, ya que tiene muy diversas formas de consumo, sirve de alimento tanto fresco como industrializado (Infoagro, 2007). Por lo cual se considera que la producción de pepino está aumentando cada año, al igual que las exportaciones a los diferentes países (Barreiro, 1998). La superficie cosechada en México en los años 2003-2004 de esta hortaliza en invernadero se ubicó en un 12 % del total de la producción de las demás hortalizas cultivadas (Ocaña, 2007). Por lo tanto se le considera como una de las principales hortalizas que se desarrollan bajo condiciones de invernadero.

En México, durante el año 2003 se obtuvo una producción de pepino de 379,708 toneladas. Con una producción de pepino orgánico de 271 toneladas y una producción de pepino en invernadero de 2,905 toneladas (COVECA, 2004). Lo cual permitió recolectar en invernadero 150 a 250 t·ha<sup>-1</sup> (Robles, 1994).

La producción en invernaderos ofrece muchas ventajas en comparación, al cultivo en campo abierto ya que con el empleo de estructuras es posible establecer mecanismos para lograr el control de los factores que podrían afectar al desarrollo de los cultivos. En los últimos años el incremento de superficie agrícola bajo sistemas de invernaderos ha sido considerable en México por lo que en el periodo que corresponde a los años de 1999 a 2004 se ha estimado que ha sido del 218% (Ocaña, 2007). La mayor parte de las

superficies dedicadas a producir hortalizas en invernadero se concentran, en la región noroeste de México, siendo Jalisco el estado con el mayor número con este sistema de producción (SAGARPA, 2007). Los invernaderos son considerados como alternativa de apoyo para la agricultura para aquellas regiones en las cuales sea necesario aprovechar con máxima eficiencia los recursos de agua, suelo y clima, además de ser un medio donde se puede mejorar la calidad de los productos agrícolas (Maeda, 1987).

La producción de hortalizas en condiciones de invernadero con hidroponía ha reflejado un aumento constante; países como Holanda, España e Israel se han constituido como los principales países productores de hortalizas de invernadero, dominando por mucho al mercado europeo (SAGARPA, 2007).

La agricultura ecológica es un sistema productivo factible para las zonas áridas, semiáridas y tropicales del país y del mundo. Considerando los costos de producción ante el aumento en el precio de los fertilizantes sintéticos y el efecto de su uso excesivo sobre la contaminación del ambiente se ha hecho más evidente la necesidad de aplicar nutrimentos de manera racional, evitando las altas aplicaciones de productos en la agricultura tradicional y modernizada dado el uso tan elevado de insumos y maquinaria para la obtención de buenos rendimientos. Además que el comercio de alimentos obtenidos por agricultura ecológica ha sido bien aceptado en todo el mundo (Márquez *et al.*, 2008)

Por lo anterior, una alternativa sería la aplicación de compost para disminuir la contaminación, donde se aprovecharía al máximo los elementos

nutritivos contenidos en el estiércol compostado para aportar las necesidades nutrimentales y mezclarlo con un medio inerte como la arena, buscando incrementar los rendimientos. Para lograr lo anterior se debe producir bajo condiciones de invernadero, evitando las pérdidas de rendimiento por factores climáticos, y mediante el empleo de insumos orgánicos.

### **1.1. Objetivo**

Evaluar abonos orgánicos y te de compost en la producción de pepino para generar la dosis óptima, que permita incrementar el rendimiento y calidad bajo condiciones de invernadero.

### **1.2. Hipótesis**

Saber si es posible obtener altos rendimientos y calidad aceptable del fruto de pepino utilizando abonos orgánicos.

### **1.3. Metas**

Generar un sustrato confiable utilizado en el invernadero para producción de pepinos y obtener al menos  $130 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Origen del pepino

El pepino (*Cucumis sativus*) es originario de las regiones tropicales del sur de Asia, y ha sido cultivado en la India desde hace más de 3000 años. De la India se ha extendido a Grecia y de ahí a Roma y posteriormente se introdujo en China. Éste, fue introducido por los romanos en otras partes de Europa; aparecen registros de este cultivo en Francia en el siglo IX, en Inglaterra en el siglo XIV y en Norteamérica a mediados del siglo XVI, ya que Cristóbal Colón llevó semillas a América (Infoagro, 2007).

### 2.2. Clasificación taxonómica (Wikipedia, 2007)

Reino.....*Plantae*

Clase.....*Magnoliopsida*

Orden.....*Violales*

Familia.....*Cucurbitaceae*

Genero.....*Cucumis*

Especie.....*sativus*

Nombre común: Pepino

### **2.3. Morfología**

El cultivo del pepino presenta las siguientes características morfológicas:

#### **2.3.1. Tallos**

Los tallos son herbáceos y rastreros; pueden ser trepadores cuando encuentran tutores donde aferrarse; en las axilas de las hojas brotan nuevos tallos. En cada nudo desarrolla una hoja y un zarcillo (Serrano, 1979).

#### **2.3.2. Sistema radicular**

El sistema radicular es muy poderoso, por la gran productividad de esta planta y consta de raíz principal, que se ramifica rápidamente para generar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepino posee la facultad de emitir raíces adventicias por encima del cuello (Gálvez, 2004).

### **2.3.3. Flores**

Las flores presentan un pedúnculo de corto pedúnculo y pétalos amarillos, éstas aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales, sin embargo en la actualidad todas las variedades comerciales de pepino que se cultivan son plantas ginoicas, es decir, sólo poseen flores femeninas (CIDH, 2002).

### **2.3.4. Hojas**

Las hojas poseen un pecio largo pecíolo, con un gran limbo acorazonado, presentan tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino. (Gálvez, 2004) las primeras hojas se manifiestan aproximadamente entre 15 y 20 días, a partir de la germinación (SIOVM, 2007).

### **2.3.5. Frutos**

Los frutos pueden ser pepónides ásperos o lisos, dependiendo de la variedad, presentan totalidades que cambian desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de madurez fisiológica (Gálvez, 2004).

El peso promedio alcanzado en los fruto evaluados en el experimento “Evaluación de 11 Genotipos de Pepino *Cucumis sativus* L. Bajo Acolchado y Riego por Goteo” fue el criollo que presentó 508 g y el más bajo fue el genotipo Maximore 104 con 261 g (Morales, 1996).

## **2.4 Requerimientos Agroclimatológicos**

### **2.4.1. Temperatura**

Las temperaturas para el desarrollo del pepino bajo condiciones de invernadero deben ser durante el día y la noche de 27 °C para la etapa de germinación. Para la formación de la planta durante el día debe ser de 21 °C y durante la noche 19 °C y mientras que para el desarrollo de los fruto se recomienda durante el día una temperatura de 19 °C y en la noche 16 °C (Infoagro, 2007; Sade, 1998; CIDH, 2002).

### **2.4.2. Humedad**

La humedad relativa requerida para el desarrollo adecuado del pepino en condiciones de invernadero debe ser durante el día del 60 al 70% y durante la noche del 70 al 90 % (Gálvez, 2004). Las condiciones secas durante la germinación del pepino dan como resultado una mala e irregular emergencia de semillas, por lo tanto la humedad es necesaria para una buena germinación, sin embargo, una humedad excesiva provoca impedimento de por falta de oxígeno (SIOVM, 2007).

### **2.4.3. Luminosidad**

El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en periodos de días cortos, aunque también soporta elevadas intensidades luminosas de hecho a mayor cantidad de radiación solar, mayor será su rendimiento. (CIDH, 2002).

### **2.4.4. Fertirrigación del cultivo**

Para los cultivos protegidos el aporte del agua y gran parte de los elementos nutritivos se realiza mediante riego por goteo el suministro debe proporcionarse en función del estado fenológico de la planta. El tiempo y el volumen de agua aplicada a través de riego dependerán de las características físicas del sustrato. Pues una alta CE indica la necesidad de aumentar el volumen de riego para mantener un equilibrio salino. En cuanto a la nutrición del cultivo, cabe destacar la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo del cultivo, que suele ser de 1/0,7 desde el transplante hasta la cuarta-quinta semana, cambiando a una relación de 1/1 hasta comienzo del engorde del fruto y posteriormente a una relación de 1/3 de estos elementos, respectivamente. Los microelementos inciden notoriamente en el color de la fruta, la calidad y la resistencia de la planta, principalmente el hierro y el manganeso (Gálvez, 2004).

Los requerimientos de fertilizante para el cultivo de pepino por metro cuadrado se desglosan de la siguiente manera: 6 g de N; 5.4 g de P<sub>2</sub>O; 8 g;

$K_2O$ ; 3 g;  $CaO$  y 2,5 g  $MgO$ , para generar un rendimiento de 30 Kg. Este cultivo reacciona en forma positiva cuando el estiércol ha sido aportado recientemente al terreno, sin embargo para obtener un rendimiento adecuado se debe garantizar una dotación apropiada de abono mineral, ya que tiene la particularidad de necesitar abono nitrogenado en forma nítrica (Robles, 1994).

#### **2.4.5. Material vegetal**

La mayor parte de las variedades cultivadas de pepino son materiales híbridos, habiéndose demostrado su mayor productividad frente a los no híbridos. Estos materiales se clasifican en: Pepino corto y pepinillo también conocido como tipo español. Son variedades de fruto pequeño. Pepino medio largo conocido también como tipo francés. Las variedades de este tipo presentan una longitud media, las hay monoicas y ginoicas. Y las de pepino largo, también conocido como tipo holandés. Estas variedades tienen frutos que superan los 25 cm de largo, son ginoicas, de frutos totalmente partenocárpicos (Gálvez, 2004).

#### **2.5. Producción mundial de pepino**

El cultivo de pepino tiene gran importancia en varias regiones españolas, siendo una especie cuyo valor agronómico reside en su producción estacional, para lo cual necesita desarrollarse en sistemas de cultivo protegido. En cuanto al país con mayor producción de pepinos se encuentra China con 22, 924,218 toneladas reportado en el 2002 (InfoAgro, 2007).

Los principales productores de pepino en el mundo son: China con 25, 073,163 t, seguidos por Turquía con 1, 750,000 t, Irán 1, 350,000 t, EUA 1, 046,960 t y Japón 720,000 t según las cifras de la FAO reportadas en el año 2003. Siendo México el primer exportador mundial (COVECA, 2004). Alcanzando en el año de 1996 en México una producción por encima de las 300,000 t y con una exportación por encima de las 250,000 t principalmente a los Estados Unidos (Barreiro, 1998).

## **2.6. Producción de pepino en México**

Actualmente, México es el segundo exportador mundial de esta hortaliza y el primer proveedor del mercado americano de pepino. El estado de Sinaloa en el noroeste del país, reúne cualidades climatológicas que han permitido un desarrollo perdurable de la actividad hortícola aprovechando las ventajas que le proporciona la cercanía del mercado estadounidense y la explotación de un nicho para hortalizas de invierno (Barreiro, 1998).

La exportación de hortalizas en México ha tenido un incremento sostenido en los últimos treinta y seis años, pasando de 300,000 ton en 1966, a 1.5 millones de t en 1990 y finalmente a 3.2 millones de toneladas en 2002. Las hortalizas que componen el 70% de la oferta exportable son seis: tomate 23%, pepino 13%, melón 12%, sandía 8%, chile 8% y calabacita 7%. Sinaloa es una de las entidades federativas que ha logrado consolidar su participación como exportador de estos productos, lo cual se ha traducido en grandes beneficios para la entidad (Gámez, 2007).

## 2.7. Importancia del pepino en las hortalizas nacionales

Son tres las principales importancias que tiene el pepino como hortaliza nacional la primera es el alto valor de la producción, ya que es una de las áreas en las que los costos de producción y la inversión son elevados. La otra corresponde a las divisas que genera para el país, ya que una parte importante de la producción tiene una acentuada vocación exportadora. Y la otra su capacidad generadora de empleos, la cual es muy superior a otros productos. (Barreiro, 1998).

Para el ciclo 2010, la superficie total de esta hortalizas fue de 53,572.62 hectáreas sembradas, siendo el tomate la principal con un 37.21%, seguido de chile, pepino el cual se sembraron 14, 716.30 hectáreas con un rendimiento promedio de 29.6 t.ha<sup>-1</sup> y otras hortalizas dentro de las que se incluyen principalmente a la berenjena y al ejote. (SIAP-SAGARPA, 2010).

CONVECA (2004), menciona que en el sector de las hortalizas reviste una particular importancia por su contribución en la generación de divisas y empleo en el campo percutiendo en la economía agrícola del país. El tomate, melón, sandía y el pepino son de las más importantes y para el caso del pepino, México es primer exportador mundial.

## 2.8. Antecedentes de producción en invernadero

De acuerdo con cifras del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el volumen en la producción en invernadero en México y Canadá alcanzó un ritmo de crecimiento del 40% entre los años 2002 y 2006 (Ocaña, 2007).

Evaluando el consumo de Agua por el Cultivo de Pepino (*Cucumis Sativus* L.) en Invernadero donde se utilizó arena de río y solución nutricional reportan rendimientos por planta de 4.69 kg. / Planta y la unidad de superficie de 10.27 Kg.m<sup>-2</sup> o 102.7 t ha<sup>-1</sup> y se obtuvieron pepinos los cuales se clasificó en : jumbo con un peso de 460 g, longitud polar 22.3 y diámetro de 6.0cm, la categoría grande un peso de 440 g, longitud polar de 20.9 cm y diámetro de 5.9cm, super selecto con peso 295 g, una longitud 18.9 cm y un diámetro de 5.3 cm , el selecto con un peso de 275 g ,con una longitud de 17.8 cm y un diámetro de 5 cm y el último lo fue el chico con un peso de 227, una longitud de 17 cm y un diámetro de 4 cm (Maeda, 1987).

La tecnología para la producción de alimentos en invernaderos ha avanzado considerablemente en los últimos 20 años. La producción en invernaderos, frecuentemente denominada Agricultura en Ambiente Controlado (CEA), usualmente se conduce con hidroponía. El cultivo hidropónico posiblemente sea hoy en día el método más intensivo de producción de cultivos en la industria agrícola (Jensen, 2001).

### **2.8.1. Ventajas de producir en invernaderos**

Como una alternativa de apoyo a la agricultura intensiva de productos de exportación dentro de la plasticultura se han considerado a los invernaderos como la modalidad que ofrece múltiples ventajas en relación a la optimización de los recursos agua y clima (Maeda, 1987). Producir orgánicamente en invernadero conlleva a librar obstáculos a los normalmente enfrentan los productores en la producción en campo es decir, se garantiza un aumento considerable en la producción, evita la contaminación cruzada con predios contiguos y sobretodo, garantiza disposición de frutos durante todo el año, asegurando el suministro anual constante hacia los mercados y no estacionalmente, como actualmente ocurre (Gómez *et al.*, 1999).

En realidad una de las grandes ventajas de la producción en invernadero es obtener cosechas durante todo el año. En México, en el año 2004, existían 2,800 ha<sup>-1</sup> de invernadero. Por otro lado, Producir orgánicamente, que es el enfoque que se promueve en el presente trabajo (Márquez y Cano, 2005).

De acuerdo a Serrano (2002), los sistemas de producción en invernaderos presentan las siguientes ventajas. Cultivar fuera de época y conseguir mayor precocidad; realizar cultivos en determinadas zonas climáticas y épocas estacionales en que no es posible hacerlo al aire libre; disminuir el tiempo de los ciclos vegetativos de las plantas, permitiendo obtener mayor número de cosechas por año; aumento de producción; obtención de mejor calidad; mejor control de plagas y enfermedades; ahorro de agua de riego; menos riesgos catastróficos.

### **2.8.2. Desventajas de cultivar en invernadero:**

De igual manera Sánchez y Favela (2002) destacan que las desventajas para producir bajo condiciones de invernadero son:

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

## **2.9. Concepto de Agricultura ecológica**

La agricultura ecológica, la cual según la FAO en forma general, la define como un método agrícola en el que no se utilizan fertilizantes ni plaguicidas sintéticos (Márquez y Cano, 2005).

Adicionalmente, se ha establecido que la agricultura orgánica estimula los procesos bioquímicos de los agroecosistemas incluyendo la biodiversidad, los ciclos biogeoquímicos y la actividad biológica del suelo. Lo anterior conlleva que, para conservar la fertilidad del suelo, es esencial la aplicación de fertilizantes naturales, ya que todos los métodos utilizados por la agricultura orgánica garantizan la presencia de microorganismos benéficos que facilitan la fijación de elementos nutritivos y su absorción por las especies vegetales en desarrollo (Millaleo, 2006).

En el mismo sentido para la SAGARPA (2007). La agricultura ecológica se define como un sistema de producción que utiliza insumos naturales y prácticas especiales: aplicación de compost y de abonos verdes, control biológico, asociación y rotación de cultivos, uso de repelentes y funguicidas a partir de plantas y minerales, entre otras. A cambio, prohíbe el uso de pesticidas y fertilizantes de síntesis industrial. Esta forma de producción incluye el mejoramiento de los recursos naturales y de las condiciones de vida de quienes llevan a cabo estas prácticas.

Con la agricultura sustentable se retoma el uso y aplicación de abonos orgánicos, así como otras practicas agrícolas que a lo largo del tiempo permita alcanzar un equilibrio en el sistema productivo. Por ello un aumento en el contenido de materia orgánica al suelo favorece en un inicio la desnitrificación, pero a lo largo del tiempo mejora la aireación e incrementa la flora y fauna del suelo (Martínez, 2004).

### **2.9.1. Ventajas de la producción orgánica**

Las principales ventajas de la agricultura orgánica es que no es contaminante; se producen vegetales de muy buena calidad; los costos de producción son bajos; se utilizan recursos locales; no se compra nada externo y la producción va de regular a buena (FAO, 2001: FULSALPRODESE, 2000).

Unas de las principales ventajas que tiene la producción orgánica para el productor es que resulta una alternativa importante, ya que puede lograr mejores ingresos, pues los productos orgánicos aumentan en un 25% con relación a los que no los son. Con ventajas también para el consumidor y el ecosistema (Ramos, 1994).

Para la producción en invernadero el producir orgánicamente aumentaría la relación beneficio-costos, además de que eliminaría algunos de los problemas de la agricultura orgánica ya que se garantiza frutos todo el año, se evitarían los contratiempos ambientales y, sobretodo, aumentarían las ganancias debido

a la mayor productividad con relación a la producción en campo (Márquez *et al.* 2006)

### **2.9.2. Desventajas de la producción orgánica**

Básicamente los principales problemas que enfrenta la agricultura orgánica, en algunos lugares del mundo y específicamente en México son la comercialización, las limitantes ambientales, los costos de producción y la insuficiencia de capacitación e investigación; la comercialización debido a la oferta y demanda, en función del suministro constante de producto (Márquez y Cano, 2005).

Igualmente uno de los problemas que enfrentan los productores orgánicos en México, consiste en que los organismos certificadores extranjeros insisten en querer certificar los productos orgánicos que exportan. Que consiste en realizar una visita de campo, hacer una revisión de los procesos de producción, transformación y comercialización. Y luego se hace un muestreo aleatorio. Si se cubre con los requisitos entonces se otorga el aval. El costo de la supervisión se carga al productor, lo que a veces el productor no tiene como pagar (Ramos, 1994).

### **2.9.3. Situación mundial de la producción orgánica**

De acuerdo a información emitida por una agencia alemana dedicada a la investigación de la agricultura orgánica a principios del año 2001 se cultivó bajo

este sistema de producción una superficie aproximada de 15.8 millones de hectáreas en el mundo; de las cuales, Australia cuenta con prácticamente el 50% del total, con una superficie de 7.6 millones de hectáreas. Le sigue en orden de importancia Argentina, con un área de aproximadamente 3 millones de hectáreas, y en lejanos tercero y cuarto lugares Italia y los Estados Unidos de América, con 985,687 y 900,000 hectáreas, respectivamente (SAGARPA, 2007).

#### **2.9.4. Situación nacional de la producción orgánica**

Para el caso de México, en el año 2000 se registró un total de 102,802 hectáreas de cultivos dedicados a la producción orgánica. Los estados de Chiapas y Oaxaca son por mucho los estados que cuentan con la mayor superficie de estos cultivos, aportando el 43 y 27%, respectivamente del 70% del total nacional en conjunto. Asimismo, ambos estados aportaron la mayor parte del crecimiento observado en el área de cultivo de orgánicos de los últimos años. Le siguen en orden de importancia Michoacán, Chihuahua y Guerrero. Se estima que para el año 2000 existía un total de 47,987 productores dedicados a la producción orgánica en México, la gran mayoría casi el 60 %, se dedican al cultivo del café (SAGARPA, 2007).

En México la producción orgánica representa un rubro importante , gracias a que cubre más de 102,802 hectáreas certificadas bajo un esquema de producción sustentable y genera mas de 47 millones de dólares en divisas, generando empleos de 3.7 millones de jornales anuales y mayores ingresos ,

principalmente para los pequeños productores. En el país existen 127 zonas productoras de orgánicos distribuidas en 25 estados, destacando Chiapas, Oaxaca, Jalisco y Guerrero (Gómez *et al.*, 1999).

## **2.10. Concepto y definición de sustratos**

Sustrato es el término que se aplica a todo material sólido distinto a la tierra que se utiliza para la siembra en hidroponía, usándolo sólo como sostén para la planta, pero no para su alimentación (Samperio, 2004). Además de soporte para la planta, el sustrato, también conocido como medio de crecimiento, actúa como depósito de reserva de los elementos nutritivos aportados mediante la fertilización, almacenándose o cediéndolos según las exigencias de cada especie vegetal (Urrestarazu, 2004).

En el plano internacional, el término sustrato se aplica a todos los materiales sólidos, distintos de los naturales, minerales u orgánicos, que colocados en un contenedor, en forma pura o mezclada, permite el anclaje del sistema radicular y el soporte de toda la planta. 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, 1997).

Las mezclas de distintos materiales que se originan de explotaciones forestales, explotaciones agrícolas, explotaciones ganaderas entre otras pueden reemplazan al suelo natural para el establecimiento y cultivo de las especies vegetales, en los sistemas de producción con invernaderos. Pueden

ser totalmente inertes o tener actividad química. Deben tener precios bajos y peso moderado, estar libres de enfermedades, insectos y malezas; ser fáciles de mezclar, poder usarse repetidas veces, y resistir los cambios del ambiente, tanto físicos como químicos (Sade, 2001).

El sustrato adecuado para el desarrollo de los cultivos, es aquel capaz de retener un volumen suficiente de agua, aire y elementos nutritivos en forma disponible para la planta. Así mismo debe tener un drenaje eficiente y permitir el rápido lavado de los excesos de sales que se acumulan en los sustratos (Bastida, 2001).

#### **2.10.1. Sustratos orgánicos**

Los sustratos orgánicos se caracterizan por poseer un componente principal: materia orgánica a la que acompaña una activa población de microorganismo; llevan además las tres principales fuentes de nutrición de las plantas: N, P, K, en diferentes proporciones, así como dosis de microelementos (Zaidan, 1997).

El número de materiales que pueden ser utilizados como sustratos orgánicos es muy amplio. Muchos residuos o subproductos derivados de explotaciones agrícolas o industriales están actualmente sustituyendo a los materiales más tradicionales por la ventaja que representan en la disminución del costo (Bures, 1997).

## **2.10.2. Propiedades de los sustratos**

Entre las propiedades de los sustratos consideradas generalmente como de mayor importancia se encuentran las mecánicas y las físico-químicas (Samperio, 2004). Las propiedades físicas son aquellas que se pueden ver y sentir: granulometría, color, retención de agua y aireación. Por el contrario las propiedades químicas influyen en el suministro de elementos nutritivos, y no se pueden apreciar con los sentidos del hombre (Ansorena, 1994).

Entre las características físicas de los sustratos deben destacarse la capacidad de absorber agua (20 a 50% de volumen) y dejarla disponible para las plantas, retener un porcentaje de aire (15 al 30% por volumen), para la cual usualmente es conveniente que cuenten con partículas de tamaños diferentes, las cuales brindan un buen equilibrio entre los contenidos de agua y aire (Sade, 2001). Entre las propiedades físicas se tienen la elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible o asimilable, suficiente suministro de aire, distribución del tamaño de las partículas que contengan las condiciones antes mencionadas, baja densidad aparente, elevada porosidad total, y estructura estable, que impida la contracción del sustrato (Urrestarazu, 2004).

Por lo anterior, no existe algún sustrato que reúna las características físicas y químicas ideales para todos los usos, que se pueda adaptar a todas las necesidades y circunstancias de varios cultivos, en particular, no necesariamente lo es para otros cultivos, ya que las condiciones varían del tipo de cultivo, condiciones climáticas, tamaño y forma del contenedor, sistemas y programas de riegos, fertilización y manejo del cultivo (Bastida, 2001).

### 2.10.3. Clasificación de los sustratos

Los sustratos pueden clasificarse en dos grupos importantes: en el primer grupo se refiere al origen de los sustratos y puede ser; sustratos naturales, sustratos industriales y artificiales; mientras que el segundo grupo se clasifica de acuerdo al aporte de elementos nutritivos y pueden ser sustratos inertes y sustratos activos (Bastida, 2001).

Los materiales se han clasificado tradicionalmente de modos muy diversos. Una de las clasificaciones más frecuentes es en orgánicos de origen natural o sintéticos. Los de origen natural están sujetos a descomposición biológica, los inorgánicos son los materiales no orgánicos no sujetos a descomposición biológica. Se presentan de dos tipologías características, los de origen natural en sentido estricto, y los materiales alterados y los materiales mixtos este grupo comprende subproductos minerales de diversas industrias (Bures, 1997).

De acuerdo a Sánchez y Favela (2002) los sustratos se clasifican en orgánicos e inorgánicos.

**Orgánicos.** Samperio (2004) define como orgánicos, o químicamente activos, todos aquellos materiales que por su origen están sujetos a descomposición es decir, liberan los elementos nutritivos de que están constituidos. Tales como turba, (vegetales fosilizados) negra y rubia, la cascarilla de arroz y de trigo, la cáscara de almendra, el aserrín, la fibra de

coco, la paja de algunos cereales, los compost, vermicompost, y aquellos otros que poseen elementos nutritivos asimilables por la planta en pequeñas cantidades.

**Peat Moss.** Este material es muy salino, y como está constituido por varios componentes, su descomposición es encadenada, no es de vida duradera y llega a presentar problemas de humedad y falta de aireación, y no puede ser reutilizable. Sin embargo, puede utilizarse para la germinación con buenos resultados (Samperio, 2004).

**Fibra de coco.** Son cáscaras de coco trituradas con un molino de martillo hasta que tengan el tamaño de un grano de café, tienen una buena porosidad y buena aireación. (Howard, 2001).

**Turba.** Es la forma disgregada de la vegetación de un pantano, descompuesta de modo incompleto a causa del exceso de agua y la falta de oxígeno, que se va depositando con el transcurso del tiempo, lo que favorece la formación de estratos más o menos densos de materia orgánica, en los que se pueden identificar los restos de diferentes especies vegetales. (Urrestarazu, 2004).

**Corteza desmenuzada, aserrín, viruta de madera.** De palo rojo, cedro, abeto, pino o diversas especies de maderas duras, pueden usarse como componentes de las mezclas de los cultivos (Sánchez y Favela, 2002).

**Vermicompost.** La vermicompost se caracteriza por estar conformada por materiales finamente divididos como el peat con gran porosidad, aireación drenaje, capacidad de retención de humedad. Además presenta una gran área superficial, la cual le permite adsorber y retener fuertemente los elementos nutritivos, los cuales se encuentran en formas que son fácilmente asimilables para las plantas tales como los nitratos, el fósforo intercambiable, potasio, calcio y magnesio solubles. En consecuencia, los vermicompost pueden tener un gran potencial en las industrias hortícolas y agrícolas como sustrato para el crecimiento de la planta (Moreno, 2005).

#### **2.10.4. Utilización de los sustratos orgánicos**

Los materiales orgánicos de origen natural, estos están sujetos a descomposición biológica y en general, pueden ser utilizados como sustratos después de sufrir una serie de procesos biológicos de transformación artificial, por ejemplo mediante el compostaje, o bien natural, como en el caso formación de las turbas (Burés, 1997).

En un experimento realizado en el cultivo de pepino en la provincia de Guantánamo, Cuba se arrojaron los siguientes resultados; se utilizaron semillas de pepino (*Cucumis sativus*) variedad SS-5 empleando como sustrato una mezcla de suelo y materia orgánica (Compost), con una proporción de 3 – 1, y se aplicaron diferentes dosis de FitoMas (producto natural derivado de la caña de azúcar) los resultados arrojados señalan que la utilización de FitoMas a razón de  $0.2 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  incrementó el rendimiento en 45 %, mientras que con la

dosis  $0.4 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  solo lo hizo para 25 % y con  $0.7\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$  representó un 28 %, respecto al testigo (López *et al.*, 2007).

Actualmente, los aspectos relacionados con la conservación del ambiente han impregnado su huella en la concepción de los sustratos, de tal manera que ahora se incluye, como elemento de selección, que los materiales usados como sustratos sean reciclables, que optimicen el uso del agua, que eviten el lavado de los elementos nutritivos y que sean supresores de patógenos. Estas características actualmente tienen gran importancia para la elección y aceptación de los materiales a usarse como sustratos (Zaidan, 1997)

Las técnicas culturales utilizadas en la producción vegetal han experimentado cambios rápidos y notables durante las últimas cuatro décadas. Unido a estos cambios tecnológicos, se han producido una importante sustitución del cultivo tradicional en el suelo por el cultivo en sustrato (Canovas y Díaz, 2000)

### **2.11. Clasificación de los fertilizantes inorgánicos**

Los materiales inorgánicos no son sujetos a descomposición biológica. Se presentan en dos topologías características, los materiales de origen natural en sentido estricto, y los materiales alterados. Los materiales inorgánicos se obtienen a partir de rocas o minerales de distintos orígenes (Ígneo, metamórfico o sedimentario) e incluyen a los suelos naturales (Burès, 1997). Algunos sustratos inorgánicos son Arena, Lana de roca, Vermiculita,

Vermiculita enriquecida, Perlita, Piedra volcánica triturada, las turbas, Fibras de coco o germinasa, Mantillo o abono compuesto (Sade, 2001)

La deficiencia de nutrimentos en los vegetales como el pepino se explica porque los fertilizantes inorgánicos contienen solamente (NPK), pero es ampliamente conocido que las plantas para cumplir su ciclo fisiológico vital necesitan de otros elementos menores que no poseen los fertilizantes inorgánicos (Mg., Fe, Mn, Cu, Ca.). Para mejorar la eficiencia de la fertilización es necesario conocer el comportamiento general de los elementos nutritivos en los suelos, la cual va a permitir manejarlos de la mejor manera posible (López *et al.*, 2007).

## **2.12. Compostaje**

El composteo es un proceso de descomposición oxidativa de los constituyentes orgánicos de los materiales de desecho, que se lleva a cabo bajo condiciones controladas sobre sustratos sólidos orgánicos heterogéneos, originando un producto que representa grandes beneficios cuando es adicionado al suelo (Pérez, 2005).

Martínez (2004) define al compostaje como el proceso en el cual se descomponen o degradan los desechos orgánicos en presencia de microorganismos. En este proceso intervienen la temperatura, la humedad y el aire, pasando por diferentes etapas o fases: calentamiento, enfriamiento y maduración.

Adicionalmente el composteo es la degradación controlada de los desechos sólidos orgánicos con microorganismos, por medio de la respiración aeróbica o anaeróbica, hasta convertirlos en humus estable (Rodríguez, 2005).

### **2.12.1 Beneficios del compostaje**

Los resultados de la aplicación de compost sobre los parámetros químicos del suelo en cultivos de pradera, frijol y trigo, se incrementó significativamente el pH en casi todos los tratamientos en los tres cultivos. También arrojaron un aumento de P con las dosis más altas de la enmienda orgánica. Por lo que los efectos de la aplicación de abonos orgánicos incrementaron principalmente el pH y el P disponible de los suelos, además de incrementar la fitomasa aérea y disponibilidad de elementos nutritivos en los cultivos, especialmente con las dosis más altas de la enmienda orgánica (Millaleo, 2006).

La aplicación de compost en zonas tropicales y subtropicales beneficia al suelo, si se considera que en estas zonas la pérdida de materia orgánica es mayor, resultado de la presencia de altas temperaturas y precipitación, por lo cual se recomienda aplicar al suelo de manera constante compost, para mejorar la retención de humedad, mantener la estructura del suelo e incrementar la flora y la fauna del suelo (Martínez, 2004).

La compost sirve como aporte de elementos nutritivos para los cultivos, pero también genera otros beneficios; ya que mejora la calidad del suelo

debido a que fomenta la formación de agregados, mejorando la estructura de cualquier tipo de suelo y tiene efecto sobre otras características del suelo como son: incrementar la CIC, la capacidad de retención de humedad, la aireación, las poblaciones de microorganismos, etcétera. Todo lo anterior se refleja en un mejor desarrollo del cultivo. (Rodríguez, 2005).

### **2.12.2 Desventajas de la compostaje**

Las desventajas de uso de compostaje son las siguientes: las de tipo económico, a la hora de plantearse un compostaje hay que tener en cuenta que este proceso supone una cierta inversión, otra desventajas que encontramos es la de disponibilidad de terreno; las de tipo climatológico y las del tipo ambiental (Pérez, 2005).

### **2.13. Antecedentes de producción orgánica empleando sustratos orgánicos.**

El sustrato, además de sostén, deberá aportar cantidades considerables de elementos nutritivos que satisfagan las demandas del cultivo. Una alternativa, es mezclar compost con medios inertes (Castillo *et al.*, 2000; Hashemimajd *et al.*, 2004).

Reis *et al.* (2001) evaluando compost de residuos orgánicos como sustrato en la producción de planta de tomate. , la composta fue usada como

sustrato sola y en mezcla con turba en la proporción de 25, 50 y 75 % de compost. Obtuvieron buen desarrollo de semillas de tomate usando incorporación de compost de una mezcla de 100 % de corteza de pino y 50 % de orujos de parra (vid). Gómez (2003) evaluando mezclas de vermicompost con arena en tomate bajo invernadero encontró en rendimiento, los tratamientos Adela y Andre testigo, Andre 12.5 % y Andre al 50 % fueron estadísticamente iguales con 173.7, 170.5, 151.0 y 131.1 t·ha<sup>-1</sup> respectivamente.

La compost puede ser utilizada como mejorador de suelo para cultivos hortícolas y como un sustrato que no contamina al ambiente (Urrestarazu *et al.*, 2001).

Dentro de los abonos orgánicos destaca el empleo de la compost y/o de la vermicompost, la cual también puede ser utilizada como mejorador del suelo. Las evidencias sobre el empleo de los abonos orgánicos se han incrementado en la literatura por ejemplo se reporta que la producción de tomate en mezclas de vermicompost con arena en tomate bajo invernadero los tratamientos al 12.5 % y al 50 % fueron estadísticamente iguales con 170.5 y 131.1 t·ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Moreno-Reséndez *et al.*, 2004).

En tomate en invernadero con fertilizantes y sustratos orgánico y sintéticos se reporta que al primer racimo los orgánicos producen más que el convencional presentando rendimientos de 1.5 a 4 kg por planta (Rippy *et al.*, 2004). Por su parte Márquez y Cano (2004) al evaluar diferentes sustratos reportaron un

rendimiento de  $114.5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  para el testigo y de  $71.8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  para el sustrato arena-vermicompost (50:50 %).

Raviv *et al.* (2004) señalan que los nutrientes contenidos en la compost satisfacen los requerimientos del tomate en los dos primeros meses después del trasplante; así mismo, Raviv *et al.* (2005) mencionan que la compost cubrió los requerimientos durante cuatro meses después del trasplante en tomate. Márquez y Cano (2005) determinaron que los elementos nutritivos contenidos en la compost, fueron suficientes para obtener producciones aceptables en tomate cherry.

Abou *et al.* (2001) evaluando el efecto de residuos compostados y concentraciones de macroelementos en la producción de pepino en invernadero, con aplicación de estiércol de pollo y residuos de plantas de pepino compostados, encontraron en la etapa final que las concentraciones de N, P y K fueron mayores con la aplicación de compost.

En un experimento realizado en un invernadero de vidrio ubicado en Cuautlapan, Texcoco, Estado de México, se determinó que con trasplantes a 35 dds puede obtenerse un ciclo de cultivo de pepino en menos de 70 días, no existiendo diferencias estadísticas en rendimiento por unidad de superficie con respecto al tratamiento de siembra ya que se obtuvieron rendimientos de  $11.7 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  y  $13.9 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  o  $117 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a  $139 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  respectivamente (González, 2001).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

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

La región lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos  $101^{\circ} 40'$  y  $104^{\circ} 45'$  de longitud Oeste, y los paralelos  $25^{\circ} 05'$  y  $26^{\circ} 54'$  de latitud Norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es de 1,139 m. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan tres áreas agrícolas, así como las áreas urbanas. La temperatura promedio en los últimos 10 años es de una máxima de  $28.8^{\circ}\text{C}$ ., una mínima de  $11.68^{\circ}\text{C}$  y una temperatura media de  $19.98^{\circ}\text{C}$  (CNA, 2002).

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

Durante el ciclo 2011 se inicio el experimento de producción de pepino con sustratos orgánico en invernadero, en el mes de mayo y concluyó en el mes de agosto, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna, ubicada en Periférico y Carretera Santa Fe, Torreón, Coahuila, México.

### **3.3. Forma del Invernadero**

La forma del invernadero es semicircular, con estructura completamente metálica, cubierto con una película plástica transparente, el piso es de piedra granulada de color blanco, el sistema de enfriamiento consta de una pared húmeda y un par de extractores de aire caliente, ambos sistemas están sincronizados para accionarse por los sensores, para satisfacer las necesidades hídricas de las especies vegetales, se cuenta con un sistema de riego por goteo, el cual cuenta con un equipo de programación computarizado que consiste en un controlador para cuatro estaciones y tres programas para aplicar los riego en diferentes dosis y tiempos durante el día. La superficie del invernadero es de 180 m<sup>2</sup>.

### **3.4. Material compost**

La compost se preparo a partir de estiércol bovino, lo cual se acomodó en capas alternado materiales frescos con materiales secos hasta su descomposición o degradación en un periodo de aproximadamente tres meses. El estiércol se obtuvo de la pequeña propiedad de "Ampuero" en la cual los bovinos estabulados reciben una dieta de forraje verde (alfalfa) y sales minerales.

### **3.5. Llenado de macetas**

El llenado de las macetas se realizó de la siguiente manera:

Para el tratamiento uno se llenaron macetas con arena 100% + fertilizantes inorgánicos; para el segundo tratamiento se llenaron macetas de arena 100% + té de composta y se le aplicó cloro al 5% diluido en agua a cada una de las macetas de arena, al día siguiente se les aplicaron 2L de agua por maceta para lixiviar el cloro que dando listas para la siembra; para el tercer tratamiento se llenaron 50% de arena y 50% composta y para el cuarto tratamiento también se llenaron con arena y composta, las cuales fueron introducidas al invernadero posteriormente se les aplicó cloro al 5 % diluido en agua a las bolsas de arena para desinfectarla, al siguiente día se les aplicó 2 litros de agua a las bolsa con arena para lixiviar el cloro.

### **3.6. Genotipo**

El híbrido de pepino evaluado para este proyecto fue el “Saber EZ” de la compañía (Enza Sade®), con un porcentaje de germinación 95% donde se seleccionaron cinco macetas de cada tratamiento.

### **3.7. Siembra**

La siembra se realizó en forma directa, colocando dos semillas por maceta efectuándose ésta el día 11 de mayo del 2011, en bolsas de plásticos de color

negro con una capacidad de 14 L después de llenarlas con los diferentes sustratos se les colocó una etiqueta de color verde el genotipo “saber EZ”.

### 3.8. Fertirriego

La fertirrigación se realizó para el testigo (T1) arena 100 % y para tratamiento T3 (50 % arena y 50 % compost), ésta se aplicó al inicio de la germinación 300 mL en cada maceta en 2 riegos por día. Y partir de inicio de floración se aumentó a 2 litros en cada maceta dividida en dos riegos por día. Como se muestra en el Cuadro 3.1

**Cuadro 3.1** Solución nutritiva empleada en la fertirrigación en el cultivo de pepino en invernadero, UAAAN UL, 2011.

<b>Compuesto</b>	<b>1ª fase (g)</b>	<b>2ª fase (g)</b>	<b>3º fase (g)</b>	<b>4ª fase (g)</b>
Acido fosfórico	86	86	169-246	281
Nitrato de potasio (KNO <sub>3</sub> )	55	385	495	825
Nitrato de calcio Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	60-120	300-420	405-540	675
Nitrato de magnesio Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	20	140-216	216	360
Zn( EDDDHA)	4	14	9	15
Maxiquel multi	2.7	14	18	30
Maxiquel Fe	2.7	14	18	30

1ª fase= de plantación y establecimiento; 2ª= fase de floración y cuajado; 3ª= fase de inicio de maduración; 4ª= fase de cosecha= los materiales empleados para preparar la solución nutritiva se disolvieron en 18 L de agua potable.

### **3.9. Pasos para la preparación del Té de compost**

En la preparación del té de compost se aplicó el método recomendado por Ingham (2005).

**1.-** Previamente se oxigenan 80 L de agua uno a dos horas con una bomba de aire aereador colocado en la parte baja del depósito (tambo de 200 L); éste aereador provee flujo continuo de oxígeno dentro de la solución que se elaboró con la compost y crea bastante turbulencia durante dos horas.

**2.-** La compost (9kg) se colocó en una bolsa porosa, y se introdujo en un recipiente con agua de 20 L de agua durante cinco minutos, para darle un lavado con el objetivo de que disminuya el contenido de sales contenidas en la compost.

**3.-** Se introdujo el morral que contenía la compost dentro del depósito con capacidad de 80 L de agua previamente oxigenada durante 5 minutos.

**4.** se colocó el morral que contenía la compost dentro del depósito de 80 L de agua y se le agregaron .60g de piloncillo (supliendo a la melaza) como fuente de alimento para los microorganismos.

**5.** posteriormente se le agregaron a la solución de compost+agua 23 mL de Biomix N, 15 mL de Biomix P y 60 gr. de piloncillo o azúcar.

**6.-** El proceso para la elaboración del té de compost dura 24 h.; una vez completado el tiempo del proceso esta listo para su aplicación.

### **3.10. Manejo del cultivo**

#### **3.10.1. Poda**

La primera poda fue general a todas aquellas plantas que tenía brotes secundarios por debajo de los 40 cm los cuales fueron eliminados, desde aquí se dejaron hasta un metro, se dejaban en cada brote lateral uno o dos frutos con dos a tres hojas, de igual manera se podaron todos los brotes de las ramas laterales con tijeras desinfectadas, también se podaron las hojas basales de la planta cuando ésta alcanzó 0.5 m de altura y presentó hojas dañadas o enfermas.

#### **3.10.2. Entutorado**

Se colocó rafia atándola de la base del tallo principal de la planta a la estructura metálica del invernadero para mantener erguida las plantas evitando así que se quiebren, además de permitir tener un mejor control en cuanto a sus cuidados como son podas, aclareos, polinización y recolección del fruto.

### **3.10.3. Polinización**

Al principio la polinización se realizó manualmente y consistía en quitar de 3 a 5 flores masculinas para liberar el polen junto a la flor femenina para que ésta manera quedara polinizada, posteriormente a los 52 dds y hasta el final del experimento, se introdujo una colmena de abejas (*Apis mellifera L.*) para efectuar la polinización.

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

La primera presencia de plagas fue la mosquita blanca (*Trialeurodes argentifolii*) a los 12 días después de la siembra (dss), para tener un mejor control de las plagas y poder identificarlas se utilizaron trampas amarillas con Biotac las cuales se colocaron en diferentes lugares estratégicos dentro del invernadero, a los 47 dds se presentó el gusano soldado (*Spodoptera exigua*) (Hübner), y entre las enfermedades incidentes se presentó la cenicilla (*Sphaeroteca fuliginea*) a los 64 dds. Las enfermedades y plagas fueron controladas con fungicidas e insecticidas orgánicos como son: Abakob ( $1\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), Killwalc (20 mL por cada 4 L de agua), Velban 480, Amistar y Biocrack , Sedric ( $4\text{-}6\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

### **3.10.5. Cosecha**

La primera cosecha se realizó a los 51 dds, cuando los frutos recolectados presentaron las siguientes características: no haber llegado a su

madurez fisiológica, su extremidad apical esté redondeada, cuando el color haya pasado de tono oscuro a un verde claro, también el tamaño de fruto, las estrías estén menos pronunciadas, y se recolectó retorciendo el pedúnculo o cortándolo con tijeras.

### **3.11. Variables a evaluar**

Las variables evaluadas fueron la cosecha (rendimiento total), la calidad del fruto para lo cual se registró el diámetro ecuatorial y polar del fruto utilizando un vernier, el espesor de la pulpa, la cual se registró con una regla milimétrica, registrando los datos en centímetros. Y los sólidos solubles que se determinaron colocando el jugo sobre el refractómetro y tomado la lectura en °Brix.

### **3.12. Diseño experimental**

Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones, cuatro tratamientos y como material vegetativo el genotipo “Saber EZ” los tratamientos evaluados fueron: Testigo (T1) 100% arena con fertilización convencional; (T2) sustrato arena y fertilización orgánica (té compost); (T3) mezcla de materiales 50% arena y 50% compost con fertilización orgánica; (T4) mezcla de materiales sustrato 50 % arena y 50 % compost mas fertilización orgánica es con Té diluido (1:3) Té compost y agua. La unidad experimental constó de cinco plantas por tratamiento.

Se registraron las temperaturas Máximas y mínimas en el invernadero la más alta alcanzó 40 °C y la más baja se registro con 10 °C, para el ciclo del pepino. Y las humedades relativas que se presentaron durante el ciclo fue de 98 % la más alta y 27 % la más baja.

### **3.13. Análisis estadísticos**

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

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Rendimiento

El análisis de varianza (ANDEVA) para la variable rendimiento indicó que hubo diferencia estadística altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre los tratamientos, el tratamiento, con mayor valor de rendimiento fue el de fertilización inorgánica, T1 con  $135.5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , superando a los tratamientos orgánicos del T4 con 81.4, T3 119.2 y T2  $59.5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  respectivamente (Cuadro 4.1). Estos resultados difieren con los obtenidos por González (2001) quien bajo condiciones de invernadero obtuvo rendimientos de 117 a  $139 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , mientras que (Sánchez *et al.*, 2006) reportaron rendimientos de  $149.9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  en condiciones de invernadero e hidroponía.

#### 4.1.1. Número de frutos por planta

El análisis de varianza indicó diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados con un coeficiente de variación 25 % y una media de ocho frutos por planta, el tratamiento T3 (50 % Arena+ 50 % compost+ fertilizante inorgánico) presentó la mayor cantidad de frutos por planta. (Cuadro 4.1) Estos resultados coinciden con los obtenido por Montes (2007) evaluando sustratos orgánicos en invernadero reportó una media de 8 frutos por planta.

**Cuadro 4.1** Rendimiento de pepino evaluado con abonos orgánicos bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2011 UAAAN U-L.

Tratamiento	N° de Frutos	Rendimiento (t· ha <sup>-1</sup> )
T1 Arena + fertilizante inorgánico	8 a	135.5 a
T2 Arena+ Té de compost	5 b	59.5 b
T3 Arena+ compost + fertilizante inorgánico	9 a	119.2 a
T4 Arena+ compost + Té diluído	8 a	81.4 b
C. V.	25%	26.7
Media	8	98.9

Tratamientos con la misma letra por columna son estadísticamente iguales, DMS al 5%

## 4.2. Calidad del fruto

### 4.2.1. Peso del fruto

Para el peso del fruto se determinó el peso promedio (g) de cada uno, así mismo no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos de acuerdo al análisis de la varianza (ANDEVA) registró un coeficiente de variación de 19 % y una media de 342 g, aunque no hay diferencias, destacando el T2 con 390 g y el peso mas bajo fue la de T4 con 277 g (Cuadro 4.2.1). Esto difiere por lo reportado por (Maeda, 1987) quien evaluando pepino reportó un peso de 460 g, Grande con un peso de 440 g y Standard con 380 g. Mientras que (Sánchez *et al.*, 2006) reporta que el experimento que realizaron donde los tratamiento evaluados fueron siembra

directa y los diferentes días de trasplantes después de la siembra donde el pepino con mayor peso fue de 401 g y el menor con 323.7 g.

Por su parte, Montes (2007) reporta un peso promedio de 317 g inferior a lo obtenido en el presente experimento.

**Cuadro 4.2.1.** Peso de fruto de pepino evaluado con abonos orgánicos bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2011 UAAAN U-L.

Tratamiento	Peso (g)
T1 Arena + fertilizante inorgánico	375 a
T2 Arena+ Té de compost	390 a
T3 Arena+ compost+ fertilizante inorgánico	325 ab
T4 Arena+ compost + Té diluído	277 b

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%

#### 4.2.2. Diámetro polar

En el análisis de varianza presentó diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ), para los tratamientos, mostrando una media general de 22.8 cm y un coeficiente de variación de 10.9 %. El tratamiento que manifestó mayor diámetro polar para el genotipo “Saber EZ” fue el T2 con 25.1 y menor fue el T4 con 20.9 cm (Cuadro 4.2.2). Estos resultados difieren a los reportados por (Maeda, 1987) quien utilizando arena y fertilización nutricional obtuvo un diámetro polar 22.3 cm para los pepinos tipo jumbo y diámetro polar de 17 cm para los tipo chico. Por su parte (Terrero, 2007) encontró diferencias entre sus tratamientos, evaluando aplicaciones de Biostimulantes para el cultivo de pepino obtuvo una longitud de sus frutos entre 25.8 y 10.91cm respectivamente. Por otro lado

Montes (2007) reportó una media de 22.6 cm de diámetro. Lo que coincide a los resultados obtenidos en el presente experimento.

#### **4.2.3. Diámetro ecuatorial**

Para esta variable el análisis de varianza no presentó diferencia significativa para los tratamientos, mostrando una media general de 5.2 cm y un coeficiente de variación de 8.5 %. El tratamiento que manifestó mayor diámetro ecuatorial para el genotipo "Saber EZ" fue el T1 con un diámetro ecuatorial de 5.5 cm y el menor lo obtuvo el T2 y T4 que fue de 5.0 cm (Cuadro 4.2.2). Esto difieren por lo obtenido por Maeda, (1987) quien realizó su experimento de pepino bajo condiciones de invernadero donde utilizó arena fina de río con solución nutricional como sustrato, obteniendo un diámetro ecuatorial para tamaño jumbo de 6 cm, grande 5.9 cm y para Standard 5.7 cm respectivamente. Por su parte Terrero, (2007) reportó que en sus diámetros ecuatoriales que anduvieron entre los 6.02 cm y 5.22 cm, respectivamente. Por lo que el valor menor coincide a lo obtenido en el presente experimento.

**Cuadro 4.2.2.** Diámetro polar y ecuatorial de pepino evaluado con abonos orgánicos bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2011 UAAAN U-L.

<b>Tratamiento</b>	<b>Diámetro polar (Cm)</b>	<b>Diámetro ecuatorial (Cm)</b>
T1 Arena + fertilizante inorgánico	22.1 b	5.5
T2 Arena+ Té de compost	25.1 a	5.0
T3 Arena+ compost + fertilizante inorgánico	23.4 a	5.3
T4 Arena+ compost + Té diluído	20.9 b	5

Tratamientos con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales, DMS al 5%

#### **4.2.3. Diámetro de cavidad**

Para esta variable el análisis de varianza no mostró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, muestra una media de 2.6 cm de cavidad y un coeficiente de variación 7 % (cuadro 4.2.3). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Montes (2007) quien reportó un valor de 2.6 cm para esta variable.

**Cuadro 4.2.3.** Diámetro de la cavidad de fruto de pepino evaluado con abonos orgánicos bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2011 UAAAN U-L.

<b>Tratamiento</b>	<b>Diámetro de cavidad</b>
T1 Arena + fertilizante inorgánico	2.7
T2 Arena+ Té de compost	2.5
T4 Arena+ compost + Té diluído	2.7
T3 Arena+ compost+ fertilizante inorgánico	2.7

Tratamientos con la misma letra por columnas son estadísticamente iguales, DMS al 5%

#### **4.2.4. Sólidos Solubles (°Brix)**

Para esta variable el análisis de varianza no presentó diferencia significativa entre los tratamientos, se presentó una media 3.2 °Brix y un coeficiente de variación de 13.2 %, sobresaliendo los tratamientos orgánicos como el T4 con 3.6 °Brix. (Cuadro 4.2.4). Esto coincide con Muy *et al.* (2004) quienes realizaron su experimento en pepino registrando un contenido de entre los 2 a 4.5 °Brix, además mencionan que los pepinos no se caracterizan por mostrar valores altos de sólidos solubles, esto confirma por que los grados °Brix son muy bajos en el pepino. Y Montes (2007) quien reporta 3.3 °Brix, quien obtuvo grados similares a los del presente experimento..

**Cuadro 4.2.4.** Sólidos solubles (°brix) del fruto de pepino evaluado con abonos orgánicos bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2011. UAAAN U-L.

<b>Tratamiento</b>	<b>Sólidos solubles (°brix)</b>
T2 Arena+ Té de compost	3.2
T4 arena+ compost + Té diluido	2.8
T3 Arena+ compost+ fertilizante inorgánico	3.0
T1 Arena+ fertilizante inorgánico	3.6

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%

#### **4.2.5. Espesor de pulpa**

Esta variable no presentó diferencia significativa entre tratamientos, presentando una media de 1.6 cm y un coeficiente de variación de 25.8 %. Siendo el tratamiento T4, con fertilización orgánica, el que registro mayor espesor con 1.7 cm. (cuadro 4.2.5). En relación con el grosor de pulpa que es lo más importante del fruto, debido a que se trata de la parte comestible, y que mayor sea la medida de la pulpa más peso y mayor consistencia tendrá el fruto. Lo que indica que los abonos orgánicos no altera esta variable de calidad. Así mismo estos resultados coinciden a lo obtenido por Montes, (2007) reportó que presentó diferencia entre en sus tratamientos para esta variable y reporta una media de 1.6 cm. Por otro lado (Lara, 2005) encontró diferencias entre sus tratamientos con respecto al espesor de pulpa, utilizando diferentes sustratos fraccionados de vermicompost y arena en el cultivo de tomate.

**Cuadro 4.2.5.** Espesor de pulpa de fruto de pepino evaluado con abonos orgánicos bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2011 UAAAN U-L.

<b>Tratamiento</b>	<b>Espesor de pulpa</b>
T1 Arena+ fertilizante inorgánico	1.6
T2 Arena+ Té de compost	1.6
T3 Arena+ compost+ fertilizante inorgánico	1.6
T4 Arena+ compost + Té diluído	1.7

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%

## V. CONCLUSIONES

El cultivo de pepino en condiciones de invernadero con manejo orgánico mostró diferencias altamente significativas en rendimiento. El testigo con fertilización inorgánica y el tratamiento T3 (50 % Arena+ 50% compost+ fertilizante inorgánico) mostraron mayor rendimiento y estadísticamente iguales con 135.5 y 119.2 t· ha<sup>-1</sup> que los generados por los tratamientos de té de compost de origen orgánico superando al tratamiento T1 en un 40 % al tratamiento T4 té de compost diluido.

Para calidad de fruto en el peso aunque no hubo diferencia significativa presentando el mayor peso en fruto el tratamiento T2 con fertilización orgánica. Para diámetro polar los tratamientos T2 y T3 orgánicos superaron al T1 testigo. No se encontró diferencias en las variables de calidad en diámetro de cavidad y ecuatorial, sólidos solubles y espesor de pulpa del fruto en los tratamientos evaluados. Lo que indica que los tratamientos orgánicos no afectaron la calidad de fruto.

El tratamiento de compost con fertilizante orgánico puede ser viable para producir pepino orgánico en invernadero.

## VI. LITERATURA CITADA

- Abou-Hadid A.F., O. Mohamed A., A. Abdel-Fattah I., E. Mohamed S. 2001. Efect of composted greenhouse wastes on macro-nutrients concentration and productivity of cucumber, International symposium on composting of organic matter editors C. Balis, K. Lasaridi, R. A. K. Halkidiki, Masedonia, Grece.
- Ansorena, M., J.1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Ediciones mundi-prensa. España. pp. 11-12.
- Barreiro, P., M. 1998. El pepino de Sinaloa, Calidad y Exportación “Revista Claridades Agropecuarias” “[en línea ]. [http:// www.infoaserca.gob.mx/claridades](http://www.infoaserca.gob.mx/claridades) [Consulta: 13/09/11].
- Bastida, T., A. 2001. El Medio de Cultivo de las Plantas (Substratos para la agricultura moderna) Universidad Autónoma de Chapingo. pp. 1-9,24-38-53 y 72-81.
- Burés, S. 1997. Sustratos “Materiales que se utilizan o que pueden ser utilizados como sustratos de cultivo” .Ediciones AGROTÉCNICAS .S.L Madrid. pp. 157.
- Canovas, M., F. y Díaz A., J. R. 2000 Cultivos sin suelo (Curso Superior de Especialización), Instituto de Estudios Almerienses, Fundación para la investigación Agraria en la provincia de Almería y Junta de Andalucía. Cap. Sustratos.
- Castillo, E. A.; Quarín, H. S.; Iglesias, C. M. 2000. Caracterización química y física de compost de lombrices elaborado a partir de residuos orgánicos puros y combinados. Agricultura Técnica (Chile) 60: 74-79.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2002. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.
- Comisión para la Investigación y la Defensa de las Hortalizas (CIDH), 2002 “[En línea]”. <http://www.cidh.org.mx/monografias/pepino.html>. [Consulta: 29/03/11]
- Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (COVECA). 2004 perfil del pepino. “[en línea]. <http://portal.vracruz.gob.mx/pls/portal/docs/page/covecainicio/imagenes/archivospdf/archivosdifusion/pepino.pdf> [Consulta: 13/04/11].

- FAO. 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia.
- Fundación salvadoreña para la Promoción Social y el Desarrollo Económico (FUNSALPRODESE). 2000. Establecimiento, Manejo y Aplicación de Abono Orgánico.
- Gálvez, H., F. 2004. El cultivo de pepino en invernadero. pp 282-293 En: J.Z Castellanos(Ed). Manual de Producción Hortícola en invernadero. 2ª Ed. INTAGRI. México.
- Gámez, G., R. 2007 Impacto de la Variable Cultural en el Acuerdo de Libre Comercio México- Japón. “[en línea]. <http://www.eumed.net/libros/2007a/221/4r.htm> [Consulta: 11/04/11].
- Gómez, T., L. Gómez C. M. A. & Schwentesius R. R. 1999. Producción y Comercialización de hortalizas orgánicas en México. Pp. 121-158.
- Gómez, T., L. M. A. Gómez, C. y R, R., S. 1999. Desafíos de la agricultura orgánica en México. Comercialización y Certificación. Centro de investigaciones económicas, sociales y tecnológicas de la agroindustria y agricultura mundial. UACH. Editorial Mundi-Prensa. México. pp. 25-40.
- Gómez, L. F. 2003. Comparación de dos genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en mezclas de vermicomposta – arena bajo condiciones de invernadero en la comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coahuila, México. pp 63 y 64.
- González, V., E. Sánchez, Del C. F. 2001. Evaluación de Transplantes en Pepino (*Cucumis sativus* L.)En Hidroponía Bajo Invernadero. Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma de Chapingo.
- Hashemimajd, K.; Kalbasi, M.; Golchin, A.; Shariatmadari, H. 2004. Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. *Journal of Plant Nutrition* 27: 1107-1123.
- Howard, M., R. 2001. Cultivos hidropónicos, 5ta. Edición, España, Edit. Ediciones Mundi-Prensa pp. 359-365.
- Infoagro. 2007. el cultivo de pepino “[en línea ]. [www.infoagro.com Pepino \ guías para producir \ pepino archivos html\pepino.htm](http://www.infoagro.com/Pepino/guías_para_producir_pepino_archivos/html/pepino.htm) [Consulta: 25/05/011].
- Ingham, R. E. 2003. The Compost Tea Brewing Manual. Lastes Recipes, Methods and Research. Cuarta Edición. Corvallis, Oregon. Pp.67  
<http://gnv.fdt.net/~windle/reference/jan98.htm>

- Izazaga, B.,D .2004. Evaluación de Diferentes Híbridos de Melón (*Cucumis melon* L.) Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis U.A.A.A.N .U.L. México pp.1-79.
- Jensen, M., 2001. Producción Hidropónica en Invernadero. Boletín Informativo numero 12 "[en línea ]. E:\Boletin 12.htm \_[Consulta: 25/08/07].
- Lara, D.L.C., E. 2005. Evaluación de Genotipos de Tomate Orgánico Bajo Condiciones Invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis U.A.A.A.N. U.L, México pp. 1-70.
- López, R.,M.R.Montano, R., Vera. B.G.A. Rodríguez, P.,Y. Berto, Y. 2007. Evaluación de diferentes dosis de FitoMas en el cultivo del pepino (*cucumis sativus* variedad SS-5) [en línea]. <http://www.monografias.com/trabajos14/fitomas/fitomas.shtml> [Consulta: 13/07/11].
- Maeda, M., C. 1987. Consumo de Agua Por el Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.) Bajo Condiciones de Invernadero. Investigador del grupo Raspa. INIFAP-PRONAPA-SARH.
- Márquez, H., C. Cano, R., P. 2005. Producción Orgánica de Tomate Cherry Bajo Condiciones de Invernadero. Actas portuguesas de horticultura 5:219- 224.
- Márquez, H., C. Cano, R., P. Chew , M.,I.Y. Moreno, R. Rodríguez, D.,N. 2006. Sustrato en la Producción Orgánica de Tomate Cherry Bajo Condiciones de Invernadero. Revista Fitotecnia. México12 (002) 0186-3231.
- Márquez, H.C., Cano R.P. y Martínez C.V. 2005. Fertilización orgánica para la producción de tomate bajo invernadero. In: Olivares S.E. (ed). Tercer simposio internacional de producción de cultivos en invernadero. UANL. Facultad de Agronomía. Monterrey, N.L. México.
- Martínez, C., C. 2004. Lombricultura y Abonos orgánicos. Curso-Taller. Primera Semana Internacional Agropecuaria. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna pp. 1-37.
- Millaleo, M., R. Montecinos, U., C. Rubio, H., R.2006. Efecto de la adición de compost sobre propágulos micorrícicos arbusculares en un suelo volcánico del centro sur de Chile. *R.C. Suelo Nutr. Veg.* , 6(3):26-39. [online].Disponible:<[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-27912006000300003&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912006000300003&lng=es&nrm=iso)>[citado 03 Septiembre 2011].
- Montes G., F. 2007. Evaluación de té de composta en pepino *Cucumis Sativus* L. bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coahuila, México. Pp 63 y 64.

- Morales, V., F. 1996. Evaluación de 11 Genotipos de Pepino (*Cucumis sativus* L.) Bajo Acolchado y riego por goteo en Ramos Arizpe, Coah. Tesis U.A.A.A.N .Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 1-66.
- Moreno-Reséndez A, L Gómez F P, R P Cano, V C Martínez, J L Carrillo, H C Márquez (2004) Comportamiento de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en mezclas de vermicomposta y arena Bajo condiciones de invernadero. En: Memoria de la XV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED en Gómez Palasio Dgo. Septiembre 2004.
- Moreno, R., A. 2005. Origen, importancia y aplicación de vermicomposta para el desarrollo de especies hortícolas y ornamentales, departamento de suelos UAAAN-UL. Pp. 15.
- Muy, D.,R. Siller, C.,J. Díaz, P.,J. Valdez, T.,B. 2004 . Efecto de las Condiciones de Almacenamiento y el Encerado en el Estatus Hídrico y la Calidad Poscosecha de Pepino de Mesa. Revista Fitotecnia. México 27(2) 157-165-2004.
- Ocaña, R., C. R. 2007. Producción protegida “crecimiento de superficie de invernaderos en México”. Revista Productores de Hortalizas16 (5):8-9 Mayo /2011.
- Pérez, D., N.2005.Compostaje Vs Residuos Orgánicos. [En línea] [www.Monografias.com](http://www.Monografias.com) [consulta 25 de agosto del 2011].
- Ramos, F., J. 1994. “Agricultura Orgánica”. Revista Agrovisión Revista de la Sociedad rural. México. (2) pp.24-26.
- Raviv, M.; Medina, S.; Krasnovsky, A.; Ziadna, H. 2004. Organic matter and nitrogen conservation in manure compost for organic agriculture. *Compost Science & Utilization* 12: 6-10.
- Raviv, M.; Oka, Y.; Katan, J.; Hadar, Y.; Yogev, A.; Medina, S.; Krasnovsky, A.; Ziadna, H. 2005. High nitrogen compost as a medium for organic container-growth crops. *Bioresource Technology* 96:419-427.
- Reis M., F.X. Martinez, M. Soliva, A.A. Monteiro, 2001, Composted organic residues as a substrate component for tomato transplant production. International Symposium on Composting of Organic Matter. Editors C. Balis, K. Lasaridi, R.A.K. Szmidt, E. Stenifort, J. Lopez-Real. 1 March 2001, N° artículo 17. vol 1. Halkidiki, Macedonia, Grece.
- Rippy F M J, M M Peet, F J Louws, P V Nelson, D B Orr, K A Sorensen. 2004. Plant development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. *HortScience* 39(2):223-229.

- Robles, J., 1994. Cómo se cultiva en Invernadero. Editorial de Vecchi S.A., Barcelona, España pp. 109-113.
- Rodríguez, de L. C., A.R. 2005. Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a través de Composteo y lombricomposteo. [En línea] [http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort05/aprov\\_residuos.pdf](http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort05/aprov_residuos.pdf) [Consulta: 13/07/11].
- Sade, A., 2001. "Substrato y nutrición artificial". En Revista Agricultura de las Américas. México 1 (4):24-25.
- Sade, A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.
- Samperio, R., G. 2004. Un Paso Más en la Hidroponía. Editorial DIANA S.A. DE de C.V., México. pp. 57-67.
- Sánchez, B., F. Y Favela, C., E., 2002, Manual. Propagación de plantas, UAAAN-UL, Torreón, Coahuila, México, pp. 10-12. Requejo L. R., Escobedo B. L., y García O. H., 2004, producción y calidad del tomate bajo el cultivo sin suelo. (Production and quality of tomato in soil-less culture), pp. 6.
- Sánchez, De C., F. Moreno, P., E del Carmen. Contreras, M., E. Vicente, G., E. 2006. Reducción del Ciclo de Crecimiento en Pepino Europeo, Mediante el Transplante Tardío. Revista Fitotecnia Mexicana. México 29 (2) 87-90-06.
- SAS. 1998. el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998). Edition Cary N: C: United States of America.
- Secretaría de agricultura, ganadería, pesca y alimentación (SAGARPA,) 2007a. Información oportuna de los mercados. [En línea] <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/invernmex.html> [consulta 5 de septiembre del 2011].
- Secretaría de agricultura, ganadería, pesca y alimentación (SAGARPA) 2007b. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. [En línea] <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/organico.html> [consulta 17 de septiembre del 2011].
- Serrano, C., Z. 1979. El pepino. Cultivo de hortalizas en invernaderos. Editorial AEDOS. Biblioteca Agrícola AEDOS. Barcelona, España. Pp.143.
- Serrano, C., Z. 2002. Construcción de invernaderos, 2da. Edición, España, Edit. Ediciones Mundi-Prensa, pp. 42 y 43.

- Siller, C., J. H. 1999. Situación actual de la industria Hortofrutícola en México. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. – Unidad Culiacán. CIAD/DUC/ME/001/99.
- Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM), Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad. CONABIO. 2007. *Cucumis sativus* pp. 1-27.
- Terrero, S., J. C. 2007. Evaluación de 3 sustancias Biostimulantes en el Cultivo de Pepino (*cucumis sativus* L.) en Condiciones de Organopónico. [En línea] <http://www.monografias.com/trabajos46/cultivo-pepino/cultivo-pepino.shtml> [consultado 13 de septiembre del 2011].
- Urrestarazu, G., M. 2004. Tratado de Cultivo Sin Suelo. 3º edición., editorial Mundi-Prensa. España. Pp. 116-117.
- Urrestarazu M, M C Salas, M I Padilla, J Moreno, M A Elorrieta, G A Carrasco. 2001. Evaluation of different compost from horticultural crop residues and their uses in greenhouse soilless.
- Wikipedia la enciclopedia libre, 2007 *Cucumis sativus*. [En línea] [http://es.wikipedia.org/wiki/Cucumis\\_sativus](http://es.wikipedia.org/wiki/Cucumis_sativus) [consulta 02 de octubre del 2011].
- Zaidan, O. 1997. La producción de tomate. Ministerio de Relaciones Exteriores, Centro de Cooperación Internacional y Ministerio de Agricultura.
- Zarate, L., T. 2002. Respuesta Fisiológica del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Cuatro Sustratos de Vermicomposta en Diferentes Niveles. Tesis, UAAAN. Torreón, Coahuila. México. Pp.18-19.

## VII. APÉNDICE

**Cuadro A1.** Cuadrados medios de significancia de Rendimiento y número de frutos del cultivo de pepino evaluado con formas de abonos orgánicos en invernadero en primavera – verano del 2011. UAAAN-UL 2011.

<b>Causas de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Número de frutos</b>
tratamientos	3	6020.5 **	18.98 *
Repeticiones	4	428.6 NS	2.82 NS
Error	12	698.5	3.69
CV		26.7	25
media		98.9	8

\*, \*\* = significativo al 5 % y 1 % respectivamente.  
NS = no significativo.

**Cuadro A2.** Cuadrados medios de significancia de las variables peso, diámetro polar y diámetro ecuatorial del cultivo de pepino evaluado con abono orgánico en invernadero en primavera – verano del 2011. UAAAN-UL 2011.

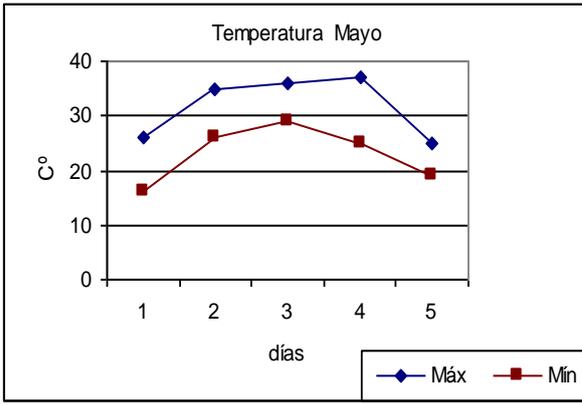
<b>Causas de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Peso</b>	<b>Diámetro polar</b>	<b>Diámetro ecuatorial</b>
Tratamientos	3	13177.91 NS	15.82 *	0.34 NS
Repeticiones	4	3970.6 NS	2.47 NS	0.37 NS
Error	12	4412.3	3.82	0.32
CV		19	10.9	8.5
media		342	22.8	5.2

\*, \*\* = significativo al 5 % y 1 % respectivamente.  
NS = no significativo.

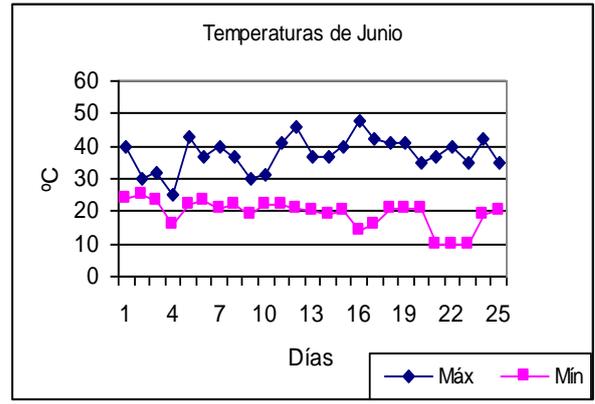
**Cuadro A3.** Cuadrados medios de significancia de las variables espesor de pulpa, sólidos solubles y diámetro de la cavidad del fruto del cultivo de pepino evaluado con formas de abonos orgánicos en invernadero en primavera – verano del 2011. UAAAN-UL 2011.

<b>Causas de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Espesor de pulpa</b>	<b>Sólidos solubles</b>	<b>Diámetro de la cavidad / fruto</b>
Tratamientos	3	0.007 NS	1.65 **	0.24 NS
Repeticiones	4	0.075 NS	0.46 NS	0.009 NS
Error	19	0.17	0.28	0.186 NS
C.V.		25.8	13.2	7.06
Media		1.62	3.2	2.6

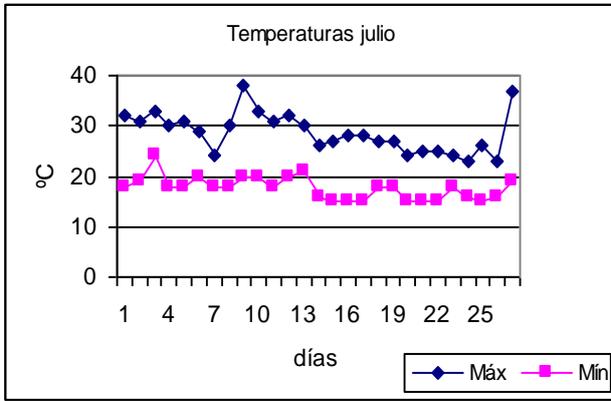
\*, \*\* = significativo al 5 % y 1 % respectivamente.  
NS = no significativo.



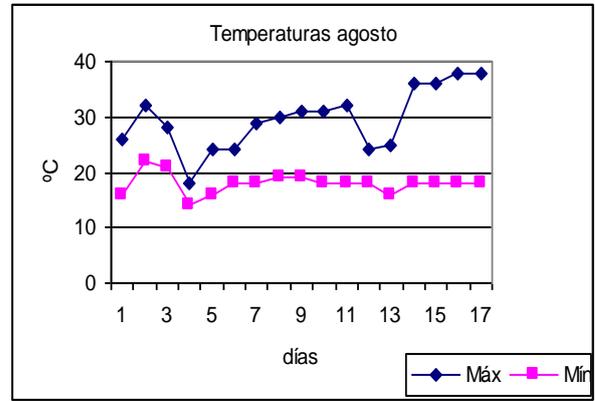
A



B



C



D

**Figura 1.** Temperaturas registradas durante el experimento en los meses de: A) Mayo B) Junio C) Julio y D) Agosto en el cultivo de pepino evaluados en cuatro tratamientos de fertilización en invernadero. Comarca Lagunera 2011.