

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**“PRODUCCIÓN DE PEPINO CON
SUSTRATOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO”**

POR

AGUSTÍN GALVÁN GARCÍA

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2007

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**PRODUCCIÓN DE PEPINO CON SUSTRATOS ORGÁNICOS E
INORGÁNICOS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

POR

AGUSTÍN GALVÁN GARCÍA

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

**ASESOR PRINCIPAL _____
DR. PEDRO CANO RIOS**

**COASESOR _____
DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ**

**COASESOR _____
DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMÁS**

**COASESOR _____
MC. VICTOR MARTINEZ CUETO**

**_____
MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Torreón, Coahuila, México.

Diciembre 2007.

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**“PRODUCCIÓN DE PEPINO CON SUSTRATOS ORGÁNICOS E
INORGÁNICOS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO”**

TESIS

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

POR

AGUSTÍN GALVÁN GARCÍA

PRESIDENTE DEL JURADO

DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL

VOCAL

DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ DRA. NORMA RODRIGUEZ DIMAS

VOCAL SUPLENTE

MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

**MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Torreón, Coahuila, México.

Diciembre 2007.

DEDICATORIA

Con todo mi cariño, gratitud, amor, respeto y mucho consideración.

A mis padres.

Sr. José Galván Solís

Y

Sra. Susana García Montes

Por el apoyo y amor brindado durante toda vida, por ser el motor para yo acabar mi estudios universitarios, por la confianza que me depositaron, por todo el cariño brindado, gracias le doy adiós por haberlos tenidos como padres, mil veces gracias....

A mis hermanos

Con mucho cariño y agradecimiento.

Ana Maria Galván García.

José Galván García

Luís Manuel Galván García

Javier Galván García

Antonio Galván García

Gracias hermanos por apoyarme en todo, por no dejarme solo cuando los necesite, por su buenos deseos y su cariño.

A mis Tíos

Que me apoyaron cuando más lo necesitaba, gracias por darme sus cariño que tanto me hacia falta, y su confianza.

A mis primos

Gracias a todos mis primos por apoyarme en las buenas y las malas. Por compartir muchos momentos en la vida .En especial a Diego, Jesús, Iván, Verónica, Abel, Anahi, Jessica, Rigoberto, Juan Carlos.

A mis amigos

Para aquellos que me apoyaron en todo durante todos mis estudios en las buenas y en las malas. En especialmente a Itsel Aguirre quien me dio su cariño y amistad desde que la conocí a árely león quien es mi mejor amiga y que ha me ha brindo todo su apoyo durante mis estudios universitarios. A mis cuates Francisco Javier, Fredy, Francisco, Tomás, rene, Máx., Oliver, May, Samuel y todos aquellos que me brindaron su amistad. .

AGRADECIMIENTOS

A dios

Primeramente a dios que me dio las fuerzas y la sabiduría para concluir mis estudios, por darme la vida y por darme todo lo que necesito como ser humano.

A mis padres

Gracias padre por darme los mejores ejemplos y consejos, a ti madre que se que ya no estas físicamente entre nosotros, pero si en mi corazón por todos los momentos bellos que me diste, por tu cariño, y amor gracias madre y que dios te tenga en su gloria.

A mi tía gloria

A mi tía gloria que es como una madre para mí, por brindarme su amor y cariño cuando más lo necesite.

A mi “Alma Terra Mater”

Por abrir me las puertas, de ser un buitre más, por darme lo mejores momentos como estudiante, por brindarme la formación, y las armas para la vida.

A Mi familia

Que son el motor en mi vida, para que yo acabara mis estudios por estar ahí cuando más los necesitaba, por brindarme su cariño y apoyo durante toda vida

A mis asesores

Dr. Pedro Cano Ríos

Por brindarme su apoyo y confianza, por permitirme haber realizado mi tesis con él, por sus consejos y sus buenos deseos, por ser un ejemplo a seguir.

Dra. Norma Rodríguez Dimás

Por ayudarme durante toda la fase de campo en la realización de mi tesis, en la revisión de la misma, y por ofrecerme su amistad y su confianza.

Dr. Alejandro Moreno Reséndez

Por brindarme su amistad durante toda mi carrera profesional, por su buenos consejos, por ayudarme en mi formación profesional, y el apoyo obtenido durante la realización de la tesis.

MC.Víctor Martínez Cueto

Por apoyarme en la revisión de mi tesis y realización de esta y por brindarme su confianza.

A mis profesores

Por apoyarme en mi formación profesional durante mi estancia en la universidad.

INDICE

| | |
|--|------|
| DEDICATORIAS..... | iv |
| AGRADECIMIENTOS..... | vi |
| INDICE DE CUADROS..... | x |
| INDICE DE APENDICE..... | xiii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 Objetivo..... | 3 |
| 1.2 Metas..... | 3 |
| 1.3 Hipótesis..... | 3 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 4 |
| 2.1 Origen del pepino..... | 4 |
| 2.2 Clasificación taxonómica..... | 4 |
| 2.3 Morfología..... | 4 |
| 2.3.1 Tallos..... | 5 |
| 2.3.2 Sistema radicular..... | 5 |
| 2.3.3 Flores..... | 5 |
| 2.3.4 Hojas..... | 5 |
| 2.3.5 Frutos..... | 6 |
| 2.4 Requerimientos Agroclimatológicos..... | 6 |
| 2.4.1 Temperatura..... | 6 |
| 2.4.2 Humedad..... | 6 |
| 2.4.3 Luminosidad..... | 7 |
| 2.4.4 Fertirrigación del cultivo..... | 7 |
| 2.4.5 Material vegetal..... | 8 |
| 2.5 Producción mundial de pepino..... | 8 |
| 2.6 Producción de pepino en México..... | 9 |
| 2.7 Importancia del pepino en las hortalizas nacionales..... | 10 |
| 2.8 Antecedentes de producción en invernaderos..... | 10 |
| 2.8.1 Ventajas de producir en invernaderos..... | 11 |
| 2.9 Concepto de agricultura orgánica..... | 12 |
| 2.9.1 Ventajas de la producción orgánica..... | 14 |
| 2.9.2 Desventajas de la producción orgánica..... | 14 |
| 2.9.3 Situación mundial de la producción orgánica..... | 15 |
| 2.9.4 Situación nacional de la producción orgánica..... | 15 |
| 2.10 Concepto y definición de sustrato..... | 16 |

| | |
|--|--------|
| 2.10.1 Sustratos orgánicos..... | 18 |
| 2.10.2 Propiedades de los sustratos..... | 18 |
| 2.10.3 Clasificación de los sustratos..... | 19 |
| 2.10.4 Utilización de los sustratos orgánicos..... | 21 |
| 2.11 Clasificación de los fertilizantes inorgánicos..... | 22 |
| 2.12 Compost..... | 23 |
| 2.12.1 Beneficios del compost..... | 23 |
| 2.12.2 Desventajas del compost..... | 24 |
| III. MATERIALES Y METODOS..... | 25 |
| 3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera..... | 25 |
| 3.2 Localización del experimento..... | 25 |
| 3.3 Forma del invernadero..... | 25 |
| 3.4 Material compost..... | 26 |
| 3.5 Llenado de macetas..... | 26 |
| 3.6 Genotipos..... | 27 |
| 3.7 Siembra..... | 27 |
| 3.8 Fertirriego..... | 27 |
| 3.9 Paso para la preparación del Té de compost..... | 29 |
| 3.10 Manejo del cultivo..... | 30 |
| 3.10.1 Poda..... | 30 |
| 3.10.2 Entutorado..... | 30 |
| 3.10.3 Polinización..... | 30 |
| 3.10.4 Control de plagas y enfermedades..... | 31 |
| 3.10.5 Cosecha..... | 31 |
| 3.11 Variables a evaluar..... | 31 |
| 3.12 Diseños experimental..... | 32 |
| 3.13 Registro de temperatura y humedad relativa..... | 32 |
| 3.14 Análisis estadísticos..... | 33 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION..... | 34 |
| 4.1 Rendimiento..... | 34 |
| 4.2 Calidad del fruto..... | 35 |
| 4.2.1 Peso del fruto..... | 35 |
| 4.2.2 Diámetro polar..... | 36 |
| 4.2.3 Diámetro ecuatorial..... | 36 |
| 4.2.4 Espesor de pulpa..... | 38 |
| 4.2.5 Sólidos solubles (°Bríx)..... | 39 |

| | |
|---------------------------------|----|
| 4.2.6 Grosor de la cavidad..... | 39 |
| 4.2.7 Numero de lóculos..... | 40 |
| 4.2.8 Color externo..... | 41 |
| 4.2.9 Color interno..... | 41 |
| 4.3 Etapa fenológica..... | 42 |
| V. CONCLUSIONES..... | 43 |
| VI. BIBLIOGRAFIA..... | 45 |
| VII.APENDICE..... | 50 |
| RESUMEN..... | 56 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 3.1 Solución nutritiva empleada en la fertirrigación en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, UAAAN UL, 2006..... | 28 |
| Cuadro 4.1 Rendimiento del pepino evaluado con sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L..... | 35 |
| Cuadro 4.2.1 Peso en gramos en el cultivo de pepino en sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L..... | 36 |
| Cuadro 4.2.3 Diámetro polar y ecuatorial en el cultivo de pepino en sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L..... | 37 |
| Cuadro 4.2.4 Espesor de pulpa para el cultivo de pepino en sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L..... | 38 |
| Cuadro 4.2.5 Grado °Brix del cultivo de pepino en sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L..... | 39 |
| Cuadro 4.2.6 Grosor de la cavidad para cultivo de pepino en sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L..... | 40 |
| Cuadro 4.2.7 Número de lóculos para el cultivo de pepino en sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L..... | 41 |
| Cuadro 4.2.9 Colores interno y externo del de pepino en sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L..... | 42 |

| | |
|--|----|
| Cuadro 4.3 Apariciones de la primera, segunda, tercera, quinta e inicio de guía (dds) para el pepino conquistador bajo condiciones de invernadero periodo mayo-agosto 2006 UAAAN.U-L..... | 42 |
|--|----|

INDICE DEL APENDICE

| | |
|--|----|
| Cuadro A.1 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable rendimiento en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera..... | 51 |
| Cuadro A.2 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable peso en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera.... | 51 |
| Cuadro A.3 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable diámetro polar en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera..... | 51 |
| Cuadro A.4 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable diámetro ecuatorial en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera..... | 52 |
| Cuadro A.5 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable grosor de la cavidad en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera..... | 52 |
| Cuadro A.6 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable grado °Brix cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera..... | 52 |
| Cuadro A.7 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable espesor de pulpa cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera.... | 53 |
| Cuadro A.8 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable lóculos cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera..... | 53 |

| | |
|---|----|
| Imagen A1 Que representa la etapa fenológica que se presentaron en los diferentes tratamientos durante el ciclo del pepino periodo 2006..... | 54 |
| Imagen A2 Que representa las temperaturas registradas en el invernadero durante el ciclo del pepino durante el periodo mayo-agosto 2006..... | 54 |
| Imagen A3. Representa la humedad relativa que se presentó en el invernadero durante el ciclo del pepino durante el periodo mayo-agosto 2006..... | 55 |

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) 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 esta 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⁻¹ (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 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). De hecho se considera que en los siguientes años seguirá en aumento la producción de hortalizas en invernaderos, debido a que los

invernaderos son considerados como alternativa de apoyo para la agricultura para aquellas regiones donde es 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). Debido a la importancia de estos sistemas de producción resulta necesario que en México se siga aumentando el número de invernaderos para la producción de hortalizas, principalmente para la producción de pepinos ya que es un cultivo con gran demanda de exportación.

La agricultura orgánica 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 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 fertilizantes químicos en la agricultura tradicional y modernizada dado el uso tan elevado de insumos y maquinaria para la obtención de buenos rendimientos (Cano, *et al*, 2004). Además que el comercio de alimentos obtenidos en la agricultura orgánica ha sido bien aceptado en todo el mundo (Ramos, 1994).

Por lo anterior, una alternativa sería la aplicación de compost para disminuir la contaminación, donde se aprovecharía al máximo los nutrientes de 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 diferentes abonos orgánicos en la producción encontrando el sustrato, que permita incrementar su rendimiento y calidad bajo condiciones de invernadero.

1.2 Metas

Generar un sustrato confiable utilizado en el invernadero para producción de pepinos y obtener al menos $150 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

1.1 Hipótesis

Es efectivo el uso de abonos orgánicos en comparación con los inorgánicos para producir pepinos en invernadero.

Es posible obtener altos rendimientos y calidad aceptable del fruto de pepino utilizando abonos orgánicos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen del pepino

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es originario de las regiones tropicales del sur de Asia, y ha sido cultivado en la India desde hace más de 3.000 años. De la India se ha extendido a Grecia y de ahí a Roma y posteriormente se introdujo en China. El cultivo de pepino 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. El primer híbrido apareció en 1872 (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 potente, dada la gran productividad de esta planta y consta de raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar 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 corto y pétalos amarillos, estas 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 planta ginoicas, es decir, sólo poseen flores femeninas (CIDH, 2002).

2.3.4. Hojas

Las hojas poseen un 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) donde las primeras hojas se dan aproximadamente entre 15 y 20 días, a partir de la germinación (SIOVM, 2007).

2.3.5. Frutos

Los frutos pueden ser pepónides áspero o liso, 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 frutos 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 un peso de 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 27°C y en 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 frutos 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). En 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 la germinación por falta de oxígeno (SIOVM, 2007).

2.4.3. Luminosidad

El pepino es una planta que crece y 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 de de agua y gran parte de los nutrientes se realiza mediante riego por goteo el suministro debe proporcionarse en función del estado fenológico de la planta. El tiempo y el volumen 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_2O_5 ; 8 g; K_2O ; 3 g; CaO y 2,5 g MgO, para generar un rendimiento: 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 híbridas, habiéndose demostrado su mayor productividad frente a las no híbridas. 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

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).

El Instituto de, Mercadeo Agropecuario reporta que durante el periodo 2005 el país con mayor producción fue china con el 65% seguido por Turquía con el 4%, Irán con 3%, al igual que Rusia con el mismo porcentaje y con el 2% Estados Unidos de América. Con una producción mundial de 41, 393,840 toneladas de pepino (IMA, 2007).

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 t en 1966, a 1.5 millones de t en 1990 y finalmente a 3.2 millones de t 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 es 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 1997-1998, la superficie total de hortalizas fue de 59 734 hectáreas, siendo el tomate la principal con un 37.21%, seguido de chile, pepino y otras hortalizas dentro de las que se incluyen principalmente a la berenjena y al ejote. De las 8 529 hectáreas dedicadas al cultivo del pepino en Sinaloa durante el ciclo 1997-1998, sobresalió la plantación con pepino/vara de mesa con un 45.4% de la superficie, seguido por el pepino/vara pickle con un 39.8% (Siller, 1999).

(CONVECA, 2004) menciona que esta hortaliza que para la economía agrícola del país, en el sector de las hortalizas reviste una particular importancia por su contribución en la generación de divisas y empleo en el campo. 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 alcanzo un ritmo de crecimiento del 40% entre los años 2002 y 2006.(Ocaña, 2007).

En un experimento realizado en un invernadero de vidrio ubicado en Cuautlapan, Texcoco, Estado de México, en los resultados se encontró 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 117 a 139 t·ha⁻¹ respectivamente (González, 2001).

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).

El estudio se llevó a cabo en un invernadero de vidrio ubicado en Texcoco, Estado de México donde se utilizó el cultivar “Kalunga” donde los tratamientos evaluados fueron siembras directas (T1) y trasplantes de 20 (T2), 25(T3), 30(T4) 35(T5) ,40(T6), 45(T7) días después de la siembra (dds), de los cuales el T1 Y T2 obtuvieron los mayores rendimientos de 139.3 y 149.9 t·ha⁻¹ (Sánchez, 2006).

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⁻¹ de invernadero. Por otro lado, producir orgánicamente, que es el enfoque que se promueve en el presente trabajo, conlleva a librar obstáculos a los que normalmente enfrentan los productores en la producción en el campo, además que se garantiza un aumento considerable en la producción asegurando el suministro anual constante hacia los mercados y no estacionalmente (Márquez y Cano 2005).

De acuerdo a (Serrano, 2002) presenta las siguientes ventajas.

Ventajas del uso de invernaderos. 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.

2.9 Concepto de Agricultura orgánica

La agricultura orgánica, 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 nutrientes y su absorción por las especies vegetales en desarrollo (Millaleo *et al*, 2006).

En el mismo sentido para la (SAGARPA ,2007). La agricultura Orgánica 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 química. 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).

La agricultura orgánica es definida por la Federación Internacional de Movimientos de la Agricultura Orgánica (IFOAM) como un sistema de agricultura que promueve la producción ambientalmente, sociable, y económicamente sólida de la alimentación (Sligh y Christman, 2003).

2.9.1 Ventajas de la producción orgánica

Las principales ventajas de la agricultura orgánica es que no es contaminante; se produce vegetales de muy buena calidad; los costos de producción son bajos; se utilizan recursos locales; no se compra nada afuera y la producción va de regular a buena (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, ya que 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 insuficiente 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 nuestro país, consiste en que los organismos certificadores extranjeros insisten en querer certificar los productos orgánicos que se 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 este cultivo, 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 más de 47 millones de dólares en divisas, lo cual genero 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 termino 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 nutrientes 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 todo 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).

Adicionalmente, el termino sustrato se aplica a todos los materiales sólidos, distintos de los suelos 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 materiales químicamente inertes o activos, que pueden o no aportar elementos nutritivos al proceso de nutrición de las plantas. Las capacidades naturales de los sustratos para generar buenos rendimientos de cultivos de alta calidad y proteger la salud de seres humanos y de los animales sin dañar los recursos naturales base (Zarate, 2002).

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 estar compuestas de elementos naturales o modificados por reacciones físicas y químicas. 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. La definición de sustrato a veces resulta un poco confusa. En general, se considera sustrato a aquel, material ya preparado para cultivar en él, sea a base de mezclas o mediante incorporación de abonos (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. Con respecto a las propiedades químicas estas influyen en el suministro de nutrientes (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 brinden un buen equilibrio entre los contenidos de agua y aire (Sade,

2001). Entre las propiedades físicas tenemos 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 presenta 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 (Burés, 1997).

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

Orgánico Según (Samperio,2004), define como orgánicos, o químicamente activos, todos aquellos materiales que por su origen están sujetos a descomposición es decir, liberan los nutrientes 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, las composts, vermicomposts, y aquellos otros que poseen nutrientes 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. Según (Urrestarazu, 2004), 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.

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 presentan 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, las vermicompost pueden tener un gran potencial en las industria hortícola y agrícola como sustrato para el crecimiento de la planta (Moreno, 2005).

2.10.4 Utilización de los sustratos orgánico

Los materiales orgánicos de origen natural y los sintéticos, 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 compostje, 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* L.) variedad SS-5 empleado como sustrato una mezcla de suelo y materia orgánica (Compost), con una proporción de 3 a 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 L/ha^{-1} incrementó el rendimiento en 45 %, mientras que con la dosis 0.4 L/ha^{-1} solo lo hizo para 25 % y con 0.7 L/ha^{-1} representó un 28%, respecto al testigo (López, *et al*, 2007).

Actualmente, los aspectos relacionados con la conservación del medio 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 (Burés, 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 nutrientes en los vegetales como el pepino se explica porque los fertilizantes inorgánicos contienen solamente (NPK), pero es de nuestro conocimiento que las plantas para cumplir su ciclo fisiológico vital necesitan de otros nutrientes 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 Compost

El compost 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 compost 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.

El compost 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 compost

En un experimento realizado los resultados de la aplicación de compost sobre los parámetros químicos del suelo en cultivos de pradera, frijol y trigo, se incremento 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 nutrientes 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 incrementa la flora y la fauna del suelo (Martínez, 2004).

La compost sirve como aporte de nutrientes para el cultivo, 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 compost.

Las desventajas de uso de compost son las siguientes: Las de tipo económico, a la hora de plantearse un compost 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 de tipo medioambiental (Pérez, 2005).

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° 40' y 104° 45' de longitud Oeste, y los paralelos 25° 05' y 26° y 54' de latitud Norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es de 1,139m. 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° C., una mínima de 11.68° C y una temperatura media de 19.98° C (CNA, 2002).

3.2 Localización del experimento

Durante el ciclo 2006 se inicio el experimento de producción de pepino con sustratos orgánico e inorgánico bajo condiciones de invernadero, en el mes de mayo y concluyo 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 extractoras de aire caliente ubicados de forma opuesta a la pared húmeda, ambos sistemas están sincronizados para accionarse por los

censores, para satisfacer las necesidades hídricas de las especies vegetales, se cuentan con un sistema de riego por goteo, el cual cuenta con un equipo de programación computarizado de la marca Rain-Bird® que consiste en un controlador para 4 estaciones y 3 programas para aplicar los riego en diferentes dosis y tiempos durante el día. La superficie del invernadero es de 180 m².

3.4 Material compost

La compost se preparo a partir de estiércol bovino, lo cual se acomodo en capas alternado materiales frescos con materiales secos hasta su descomposición o degradación en un periodo de aproximadamente 3 meses. El estiércol se obtuvo de la pequeña propiedad de “Ampuero” en la cual los bovinos estabulados y que 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:

Se utilizaron macetas con capacidad de 18 kg las macetas eran bolsas de polietileno, color negro tipo vivero. Para el tratamiento uno se llenaron macetas con arena al 100% ; para el segundo tratamiento se llenaron macetas con arena al 100%; para el tercero tratamiento se llenaron 50% de arena y 50% compost y para el cuarto tratamiento también se llenaron con 50% arena y 50% compost, las cuales fueron introducidas al invernadero posteriormente se les aplicó cloro al 5% diluido en agua a las bolsas con arena para desinfectarla, al siguiente día se les aplicó 2 litros de agua a las bolsa con arena para lixiviar el cloro

3.6 Genotipos

El híbrido de pepino evaluado para este proyecto fue el Conquistador, de la compañía Seminis, con un porcentaje de germinación 95% donde seleccionaron 40 macetas de cada tratamiento y únicamente se evaluaron 10 de calidad.

3.7 Siembra

La siembra se realizó en forma directa, colocando dos semillas por maceta realizándose el día 11 de mayo del 2006, en bolsas de plásticos de color negro con una capacidad de 14 litros previamente después de llenarlas con los diferentes sustratos se les colocó una etiqueta de color verde al genotipo conquistador.

3.8 Fertirriego

La fertirrigación fue para el testigo (T1) arena 100% y para el tratamiento tres 50% arena y 50% compost (T3), primeramente era aplicado el ácido fosfórico esto se hacía con el fin de neutralizar el Ph, por separado se aplicaba la solución nutritiva, se aplicó al inicio de la germinación 300 mL en cada maceta en 2 riegos por día. Y partir de inicio de floración se le aumentó a 2 litros en cada maceta dividida en 2 riegos por día. Como se muestra en la Cuadro 3.1. Para los T3 y T4 se les aplicó el té de compost esto se realizó manualmente, 300 mL y aumentado conforme su etapa fenológica de la planta, separadamente fueron aplicados los riegos que fueron desde 0.5 a 2 litros de agua día⁻¹ de acuerdo a la etapa fenológica de la planta por maceta dividida en tres riegos. Dichos riegos se aplicaron en los cuatro tratamientos.

Cuadro 3.1 Solución nutritiva empleada en la fertirrigación en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, UAAAN UL, 2006.

| Compuesto | 1 ^a fase (g) | 2 ^a fase (g) | 3 ^o fase (g) | 4 ^a fase (g) |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Acido fosfórico | 86 | 86 | 169-246 | 281 |
| Nitrato de potasio (KNO ₃) | 55 | 385 | 495 | 825 |
| Nitrato de calcio Ca(NO ₃) ₂ | 60-120 | 300-420 | 405-540 | 675 |
| Nitrato de magnesio Mg(NO ₃) ₂ | 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 |

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

3.9 Pasos para la preparación del Té compost

1.- Previamente se oxigenaron 80 L de agua uno a dos horas con una bomba de aire aireador colocado en la parte baja del depósito (recipiente de 200 L); éste aireador provee un continuo flujo de oxígeno dentro de la solución que se elaboró con la compost y crea bastante turbulencia durante dos horas; con el objetivo de eliminar exceso de cloro.

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 la bolsa que contiene la compost dentro del depósito con capacidad de 80 L de agua previamente oxigenada durante 5 minutos.

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

5. posteriormente se le agregó 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 hrs.; 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 tallos secundarios por debajo de los 40cm los cuales fueron eliminados, desde aquí se dejaron los tallos secundarios que brotaron dejando en cada uno de ellos dos frutos con dos a tres hojas, de igual manera se podaron todos los tallos terciarios con tijeras desinfectadas, también se podaron las hojas basales de la planta cuando alcanzo 0.5 m de altura y las hojas dañadas o enfermas.

3.10.2. Entutorado

Se colocó rafia atándolo de la base del tallo principal de la planta a la estructura metálica del invernadero para mantenerlo erguido las plantas evitando así que se quiebren, además de permitirnos 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 esta 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 (*Bemisia artgentifolli* y *Trialeurodes abutilonea*) 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 minador (*Liriomyza munda*), al inicio de la temporada, fue controlada con aplicaciones de insecticidas orgánicos al principio con aplicaciones de Bioinsect® y Killwalc® posteriormente con una mezcla de Killwalc® y endosulfan® ambos en 10 litros de agua para el control de la *Liriomyza* y entre las enfermedades incidentes dentro del invernadero se presentó la cenicilla a los 64 dds. Esta fue controlada con, Sedric® (4-6 L ha⁻¹). Cabe aclarar que el genotipo conquistador presentó síntomas de cenicilla al final de l experimento.

3.10.5. Cosecha

La primera cosecha se realizó a los 51 dds, cuando los fruto 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 aparición: de las primeras hojas, tercera hoja, quinta hoja, inicio de guía, la cosecha (rendimiento total), la calidad del fruto

para lo cual se registró el diámetro ecuatorial y polar del fruto para lo cual se utilizó un vernier, los colores internos y externos determinados con la escala de colores de la Real Academia de Londres, el espesor de la pulpa y el grosor de la cavidad, las cuales se tomaron medidas 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 y el número de lóculos de cada fruto.

3.12 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y como material vegetativo el genotipo conquistador los tratamientos evaluados fueron: Testigo (T1) 100% arena con fertilización convencional; sustrato arena y fertilización orgánica (té compost) (T2), mezcla de materiales 50% arena y 50% compost con fertilización convencional (T3), mezcla de materiales sustrato 50% arena y 50% compost más fertilización orgánica es con Té diluido (1:3) Té compost y agua(T4) la unidad experimental constó de 40 plantas por tratamiento. Con una densidad de población de 4.2 plantas/m².

3.13 Registro de temperaturas y humedad relativa

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 la humedad relativa que se presentaron durante el ciclo fue de 98% la más alta y 27% la más baja. (Figura 2 y 3 ver Apéndices). Estas fueron tomadas diariamente con termómetro de temperaturas máximas y mínimas

3.14 análisis estadísticos

Para la variable de la etapa fenológica se determinó con las ecuaciones de regresión. En el caso de rendimiento Y 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 (ANOVA) para la variable rendimiento indicaron que hubo diferencia estadística altamente significativas entre los tratamientos, el tratamiento que generó mayor rendimiento fue el de fertilización inorgánica, T1 con 123.65 superando a los tratamientos orgánicos del T4 con 98.32, T3 80.46 y T2 60.22 t·ha⁻¹(Cuadro 4.1). Estos resultados difieren con los obtenidos (González, 2001) en condiciones de invernadero obtuvo rendimientos de 117 a 139 t·ha⁻¹, mientras que (Sánchez *et al*, 2006) reporta rendimientos de 149.9 t·ha⁻¹ en condiciones de invernadero e hidroponía, los rendimientos en el experimento que se realizó en pepino bajo condiciones de invernadero los rendimientos fueron menores que los mencionados por los autores, esto posiblemente se debió a la mala polinización que se tuvo ya que en los primeros días se creía que el genotipo era partenocárpico, por lo tanto no hubo polinización de las primeras flores, a los 33 dds la polinización se realizó manualmente, posteriormente a los 52 dds se introdujo una colmena para la polinización de las flores hasta concluir con el experimento.

Cuadro 4.1 Rendimiento del pepino evaluado con sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L.

| Tratamiento | Rendimiento (t· ha ⁻¹) |
|---|---------------------------------------|
| T1 (testigo) Arena + fertilizante inorgánico | 123.65 a |
| T2 Arena+ Té de compost | 60.22 d |
| T3 50 %arena+ 50% compost+ fertilizante inorgánico | 80.46 c |
| T4 50% arena+ 50% compost + Té diluído (3 a1) | 98.32 b |

Tratamientos con la misma letra 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 se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$), para los tratamientos de acuerdo al análisis de la varianza (ANOVA), destacando el T2 con 340 g y el peso más bajo fue el de T3 con 276.17 g (Cuadro 4.2.1). Esto difiere por lo reportado por (Maeda, 1987) quien dentro de su clasificación para frutos de exportación los clasifico de la siguiente manera: jumbo con un peso de 460g, Grande con un peso de 440g y Standard con 380g. Mientras que (Sánchez *et al*, 2006) reporta que el experimento que realizó 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 401g y el menor con 323.7g.

Cuadro 4.2.1 Peso en gramos en el cultivo de pepino en sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L.

| Tratamiento | Peso (g) |
|---|-----------------|
| T1 (testigo) Arena + fertilizante inorgánico | 330.83 a |
| T2 Arena+ Té de compost | 340 a |
| T3 50 %arena+ 50% compost+ fertilizante inorgánico | 276.17 b |
| T4 50% arena+ 50% compost + Té diluído (3a1) | 286.96 b |

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

4.2.2 Diámetro polar

En el análisis de varianza presentó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$), para los tratamientos, mostrando una media general de 22.15cm y un coeficiente de variación de 7.5 % .El tratamiento que manifestó mayor diámetro polar para el genotipo conquistador fue el T1 con 22.99 y menor fue el T3 21.12 cm. (Cuadro 4.2.3). Esto resultados difieren por los reportados por (Maeda, 1987) utilizando arena y fertilización nutricional obtuvo un diámetro polar 22.3 para los pepino tipo jumbo y diámetro polar de 17cm para los tipo chico. Por su parte (Terrero, 2007) encontró diferencias entre sus tratamientos, quien evaluando aplicaciones de Biostimulantes para el cultivo de pepino obtuvo una longitud de sus frutos entre 25.8 y 10.91cm respectivamente.

4.2.3 Diámetro ecuatorial

Para esta variable el análisis de varianza se presentó diferencia significativa ($P \leq 0.05$), para los tratamientos, mostrando una media general de 5.29cm y un coeficiente de variación de 11.8 % .El tratamiento que manifestó mayor diámetro

ecuatorial para el genotipo conquistador fue el T3 con un diámetro ecuatorial de 5.52 y el menor lo obtuvo el T4 que fue de 5.08cm (Cuadro 4.2.3). 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, donde obtuvo un diámetro ecuatorial para tamaño jumbo de 6, grande 5.9 y para Standard 5.7cm respectivamente. Por su parte (Terrero, 2007) reportó que durante su experimento evaluando aplicaciones de Biostimulantes en el cultivo de pepino obtuvo diferencias en sus diámetros ecuatoriales que anduvieron entre los 6.02 y 5.22cm, respectivamente.

Cuadro 4.2.3 Diámetro polar y ecuatorial en el cultivo de pepino en sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L.

| Tratamiento | Diámetro polar (cm) | Diámetro ecuatorial (cm) |
|--|---------------------|--------------------------|
| T1(testigo) Arena + fertilizante inorgánico | 22.9 a | 5.1 ab |
| T2 arena+ Té de compost | 22.2 ab | 5.4 ab |
| T3 50% arena+ 50% compost + fertilizante inorgánico | 21.1 bc | 5.5 a |
| T4 50% arena+ 50% compost + Té diluído (3a1) | 22.1 ab | 5 b |

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

4.2.4 Espesor de pulpa

La variable se determinó con el análisis de varianza presentó una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos, presentando una media de 1.4 y coeficiente de variación de 15.4 %. Siendo el tratamiento con fertilización orgánica con mayor espesor sobresaliendo el T1 con 1.52cm. (Cuadro 4.2.4). 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. Así mismo (Márquez *et al*, 2005) reportó que durante su experimento con fertilización orgánica en el cultivo de tomate no presentó diferencia alguna entre en sus tratamientos para el espesor de pulpa. 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 4.2.4 Espesor de pulpa del cultivo de pepino en sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L.

| Tratamiento | Espesor de pulpa |
|---|------------------|
| T1(testigo) Arena + fertilizante inorgánico | 1.52 a |
| T2 Arena+ Té de compost | 1.41 a |
| T4 50% arena+ 50% compost + Té diluido (3a1) | 1.45 a |
| T3 50 %arena+ 50% compost+ fertilizante inorgánico | 1.29 b |

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

4.2.5 Sólidos Solubles (°Brix)

Para esta variable el análisis de varianza de esta presentó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos, presentando una media 2.91 y un coeficiente de varianza de 14.6 %, sobresaliendo los tratamientos orgánicos como el T2 con 3.17 grados °Brix. (Cuadro 4.2.5). Esto coincide con (Muy *et al*, 2004) quien realizó su experimento en pepino donde los grados Brix° anduvieron entre los 2 a 4.5 Brix°, además menciona que los pepinos no se caracterizan por mostrar valores altos de Brix°, esto confirma por que los grados Brix° son muy bajos en el pepino.

Cuadro 4.2.5 Grado °Brix del cultivo de pepino en sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L.

| Tratamiento | Grado °Brix |
|---|-------------|
| T2 Arena+ Té de compost | 3.17 a |
| T4 50% arena+ 50% compost + Té diluido (3a1) | 3.1 a |
| T3 50 %arena+ 50% compost+ fertilizante inorgánico | 2.79 ab |
| T1(testigo) Arena+ fertilizante inorgánico | 2.7 b |

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

4.2.6 Grosor de la cavidad

Para esta el variable el análisis de varianza solo mostró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$), siendo el tratamiento T2 con 2.91cm con mayor grosor de cavidad y el tratamiento T4 menor grosor de la cavidad (Cuadro4.2.6). Comparando estos resultados con los obtenidos (Izazaga, 2004), quien realizó su

experimento evaluado diferentes híbridos de melón bajo condiciones de invernadero obteniendo diferencias altamente significativas para esta variable.

Cuadro 4.2.6 Grosor de la cavidad para el cultivo de pepino en sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L.

| Tratamiento | Grosor de cavidad |
|---|--------------------------|
| T2 Arena+ Té de compost | 2.91 a |
| T3 50 %arena+ 50% compost+ fertilizante inorgánico | 2.77 ab |
| T1(testigo) Arena+ fertilizante inorgánico | 2.68 abc |
| T4 50% arena+ 50% compost + Té diluído (3a1) | 2.59 bc |

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

4.2.7 Numero de lóculos

La variable se determinó con el análisis de varianza que presentó no significativo entre los tratamientos, (Cuadro 4.2.7) esto coincide con (Márquez, *et al*, 2005) quien reportó que durante su experimento utilizando fertilización orgánica realizado en el cultivo tomate no encontró diferencia alguna entre sus tratamientos para el numero de lóculos.

Cuadro 4.2.7 Número de lóculos para el cultivo de pepino en sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L.

| Tratamiento | Lóculos |
|--|----------------|
| T2 Arena+ Té de compost | 3 |
| T3 50 %arena+ 50% compost+ fertilizante inorgánico | 3 |
| T4 50% arena+ 50% compost + Té diluído (3 ^a 1) | 3 |
| T1(testigo) Arena+ fertilizante inorgánico | 3 |

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

4.2.8 Color externo

Para este caso el análisis de varianza (ANOVA) determinó que el color que más se repitió fue el 137 A con el 56.78 %, esto es para todo los tratamiento analizados durante el experimento. Determinado por la escala de colores de la Real Academia de Londres como se muestra en el Cuadro 4.2.9.

4.2.9 Color interno

En este análisis de varianza (ANOVA) determinó que el color que más se repitió entre los tratamientos fue el color 145d con el 67.8%. Determinado por la escala de colores de la Real Academia de Londres como se muestra en el Cuadro 4.2.9.

Cuadro 4.2.9 Colores interno y externo del de pepino en sustratos diferentes bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN U-L.

| Tratamiento | Color interno | Color externo |
|---|---------------|---------------|
| T1(testigo) Arena+ fertilizante inorgánico | 145d | 137 A |
| T2 Arena+ Té de compost | 145d | 137 A |
| T3 50 %Arena+ 50% compost+ fertilizante inorgánico | 145d | 137 A |
| T4 50% arena+ 50% compost + Té diluído (3 a1) | 145d | 137 A |

4.2 Etapa fenológica.

Para esta variable se determinó con la ecuación de regresión (Figura A1). Los cuales se muestra en el Cuadro 4.3. Se calculo los días de la aparición de la primera, segunda, tercera, quinta hoja e inicio de guía después de la siembra (dds). Mostrando diferencias entre los tratamientos en los días que fueron en apareciendo las hojas.

Cuadro 4.3 de las apariciones de la primera, segunda, tercera, quinta e inicio de guía (dds) para el pepino conquistador bajo condiciones de invernadero periodo mayo-agosto 2006 UAAAN.U-L.

| Tratamientos | 1hoja (dds) | 2hoja(dds) | 3hoja(dds) | 5hoja(dds) | Inicio de guia (dds) |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|
| T1(testigo)Arena+ fertilizante inorgánico | 13 | 16 | 19 | 26 | 29 |
| T2 Arena+ Té de compost | 12 | 16 | 20 | 27 | 31 |
| T3 50 %arena+ 50% compost+ fertilizante inorgánico | 14 | 17 | 20 | 26 | 29 |
| T4 50% arena+ 50% compost + Té diluido (3 ^a 1) | 16 | 19 | 22 | 28 | 31 |

V. CONCLUSIONES

Los tratamientos orgánicos como conclusión es importante destacar que el genotipo conquistador logro completar su ciclo vegetativo , por lo que es factible suponer que utilizando sustratos orgánicos como la compost y el Té del mismo se puede satisfacer la demanda nutricional del cultivo. El cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero utilizando sustratos orgánicos e inorgánicos mostró diferencia altamente significativa con repuesta para la variable rendimiento el testigo que fue el sustrato con fertilización inorgánica mostró un mayor rendimiento que los generados por los sustratos de origen orgánico superado en un 21 % al tratamiento T4 que fue el que más se le acerco.

Para el caso de calidad del fruto las variables evaluadas que fueron el peso donde hubo diferencia altamente significativa donde el mayor peso en fruto lo obtuvo el tratamiento con fertilización orgánica T2 igualando a lo generado por el T1 (testigo). Para las variables diámetro polar y ecuatorial los tratamientos no mostraron diferencia alguna. Para la variable grosor de cavidad del fruto los tratamiento T1, T2, Y el T4 no mostraron diferencia entre si, únicamente T3 fue diferente a los demás teniendo un grosor más delgado de su cavidad.

Para siguiente variable los tratamientos orgánicos generaron mayor concentración de sólidos solubles (°Brix) sobresaliendo con respecto a los inorgánicos. El mayor espesor de pulpa no encontramos diferencia alguna entre ambos tratamientos. Para el número de lóculos del fruto tampoco hubo diferencia

alguna entre los tratamientos. Para el color interno sobresalió el color 145 d con un 67.8% y para el color externo sobresalió el 137 A con un 56.78% determinados por escala de colores de la Real academia de Londres.

Con lo que respecta a la variable de de la etapa fenológica de la planta los tratamientos mostraron diferencias entre los días en que fueron apareciendo las primeras hojas en la planta.

Como un antecedente muy importante es que en la región de la Comarca Lagunera se genera una gran cantidad de compost, lo cual es muy fácil de conseguir y a precios muy bajos, comparación a los fertilizantes inorgánicos. Por lo tanto dados los resultados obtenidos en experimento concluido donde los sustratos orgánicos generaron rendimientos aceptables a un por encima por lo que se consigue en campo, además de que se pueden obtener frutos de muy buena calidad.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Ansorena, M., J.1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Ediciones mundiprensa. España.
- 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: 13/09/07].
- Bastida, Tapia., 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. P 157.
- Cano, R., P. Moreno, R., A. Márquez, C., Rodríguez, D., N. Martínez, C., V.2004. Producción Orgánica de Tomate bajo Invernadero en la Comarca Lagunera. En Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, manejo y Producción .Torreón, Coah, México.
- 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.
- 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: 29/10/07].
- 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: 13/09/07].
- 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: 11/09/07].

- 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.
- 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.
- 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 htlm\pepino.htm](http://www.infoagro.com/Pepino/guías_para_producir/pepino_archivos/html/pepino.htm) [Consulta: 25/08/07].
- Instituto de Mercadeo Agropecuario (IMA). 2007. Vigilancia Competitividad del pepino." [En línea]. www.ima.gob.pa [Consulta: 25/10/07].
- 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: 13/09/07].
- 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> [citado 03 Septiembre 2007].
- 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, R., A. 2005. Origen, importancia y aplicación de vermicompost 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 Hortalizas* 16 (5):8-9 Mayo /2007.
- Pérez, D., .N.2005.Compostje Vs Residuos Orgánicos. [En línea] www.Monografias.com [consulta 25 de agosto del 2007].
- Ramos, F., J. 1994. “Agricultura Orgánica”. *Revista Agrovisión Revista de la Sociedad rural*. México. (2) pp.24-26: julio/1994.
- 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 [Consulta: 13/09/07].
- Sade, A. 1998.Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.

- Sade, A., 2001. "Substrato y nutrición artificial". En Revista Agricultura de las Américas. México 1 (4):24-25: agosto/2001.
- 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.
- Secretaria de agricultura, ganadería, pesca y alimentación (SAGARPA,) 2007a. Información oportuna de los mercados. [En línea] <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/invernmx.html> [consulta 5 de septiembre del 2007].
- Secretaria 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 5 de septiembre del 2007].
- 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.
- Sligh, M. Y Christman, C. 2003. El estado global, los prospectos y los retos de un mercado orgánico en cambio. Fundación Internacional para la Mejoría Rural-USA [en línea] http://www.rafiusa.org/pubs/WOO_Spanish.pdf [consulta 23 de noviembre del 2007].
- 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 29 de octubre del 2007].

Urrestarazu, G., M .2004. Tratado de Cultivo Sin Suelo. 3º edición., editorial Mundi-Prensa. España. Pp. 116-117.

Wikipedia la enciclopedia libre, 2007 *Cucumis sativus*. [En línea] http://es.wikipedia.org/wiki/Cucumis_sativus [consulta 29 de octubre del 2007].

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 Vermicompost en Diferentes Niveles. Tesis, UAAAN. Torreón, Coahuila. México. Pp.18-19.

VII. APENDICE

Cuadro A.1 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable rendimiento en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera

| FV | GL | SC | CM | F | Significancia |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------------|
| Tratamiento | 3 | 85216.2 | 28405.4 | 24.02 | 0.0001** |
| Error | 154 | 182090.2 | 1182.4 | | |
| Total | 157 | 267306.5 | | | |
| CV | | | 37.7 | | |
| Media | | | 91.05 | | |

* Significativo al 5% ** altamente significativo al 1% NS no significativo

Cuadro A.2 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable peso en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera.

| FV | GL | SC | CM | F | Significancia |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------------|
| Tratamiento | 3 | 86117.9 | 28705.9 | 8.27 | 0.0001** |
| Error | 114 | 395576.1 | 3469.9 | | |
| Total | 117 | 481694.06 | | | |
| CV | | | 19.1 | | |
| Media | | | 308.3 | | |

* Significativo al 5% ** altamente significativo al 1% NS no significativo

Cuadro A.3 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable diámetro polar en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera

| FV | GL | SC | CM | F | Significancia |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------------|
| Tratamiento | 3 | 57.9 | 19.3 | 8.27 | 0.0002** |
| Error | 114 | 315.09 | 2.7 | | |
| Total | 117 | 373.02 | | | |
| CV | | | 7.5 | | |
| Media | | | 22.1 | | |

* Significativo al 5% ** altamente significativo al 1% NS no significativo

Cuadro A.4 Análisis de varianza (ANOVA) para el variable diámetro ecuatorial en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera

| FV | GL | SC | CM | F | Significancia |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------------|
| Tratamiento | 3 | 3.3 | 1.1 | 2.82 | 0.0419* |
| Error I | 114 | 45.1 | 0.39 | | |
| Total | 117 | 48.4 | | | |
| CV | | | 11.8 | | |
| Media | | | 5.2 | | |

* Significativo al 5% ** altamente significativo al 1% NS no significativo

Cuadro A.5 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable espesor de pulpa en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera

| FV | GL | SC | CM | F | Significancia |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------------|
| Tratamiento | 3 | 0.9 | 0.3 | 6.48 | 0.0004** |
| Error | 114 | 5.5 | 0.04 | | |
| Total | 117 | 6.4 | | | |
| CV | | | 15.4 | | |
| Media | | | 1.4 | | |

* Significativo al 5% ** altamente significativo al 1% NS no significativo

Cuadro A.6 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable grado brix cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera

| FV | GL | SC | CM | F | Significancia |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------------|
| Tratamiento | 3 | 4.7 | 1.5 | 8.66 | 0.0001** |
| Error | 114 | 20.6 | 0.1 | | |
| Total | 117 | 25.4 | | | |
| CV | | | 14.6 | | |
| Media | | | 2.9 | | |

* Significativo al 5% ** altamente significativo al 1% NS no significativo

Cuadro A.7 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable grosor de la cavidad cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera

| FV | GL | SC | CM | F | Significancia |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------------|
| Tratamiento | 3 | 1.4 | 0.4 | 5.62 | 0.0013** |
| Error | 114 | 9.7 | 0.08 | | |
| Total | 117 | 11.2 | | | |
| CV | | | 10.7 | | |
| Media | | | 2.7 | | |

* Significativo al 5% ** altamente significativo al 1% NS no significativo

Cuadro A.8 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable lóculos cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, durante el periodo mayo-agosto 2006 UAAAN UL en la Comarca Lagunera

| FV | GL | SC | CM | F | Significancia |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------------|
| Tratamiento | 3 | 0.01 | 0.006 | 0.75 | 0.5220 NS |
| Error | 114 | 0.9 | 0.008 | | |
| Total | 117 | 0.9 | | | |
| CV | | | 3 | | |
| Media | | | 2.9 | | |

* Significativo al 5% ** altamente significativo al 1% NS no significativo

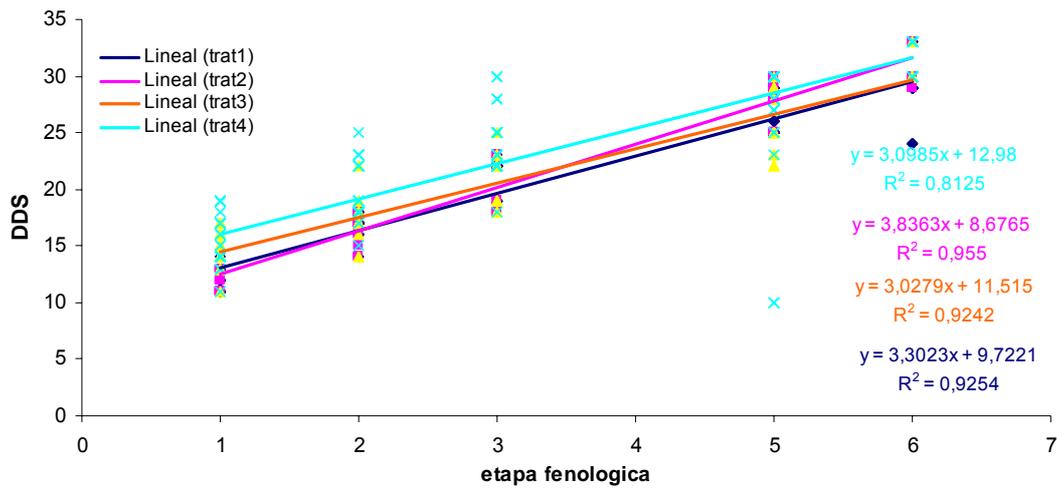


Figura A1. gráfica que representa la etapa fenologica que se presentaron en los diferentes tratamientos durante el ciclo del pepino periodo 2006.

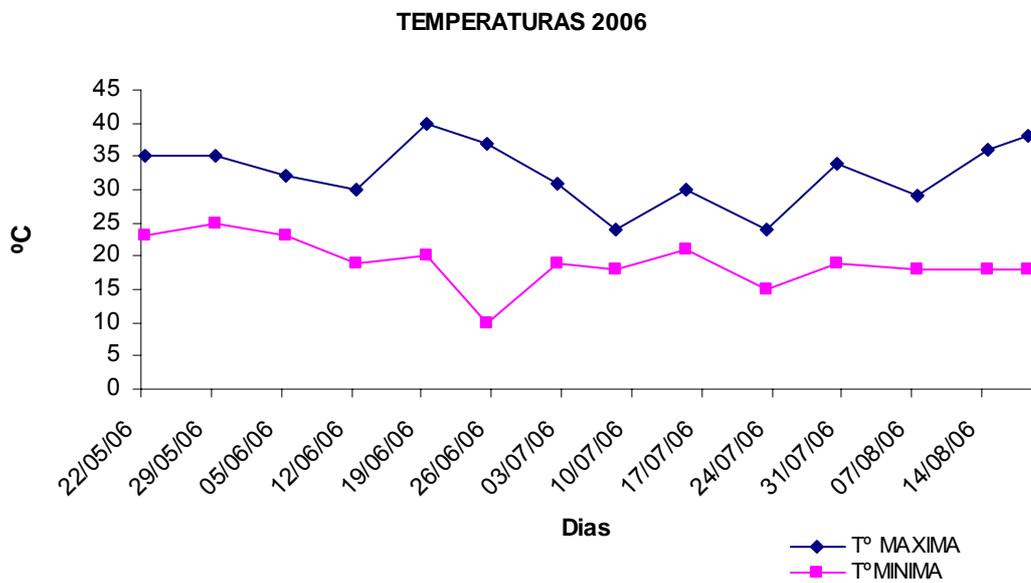


Figura A2. que representa las temperaturas registradas en el invernadero durante el ciclo del pepino durante el periodo mayo-agosto 2006.

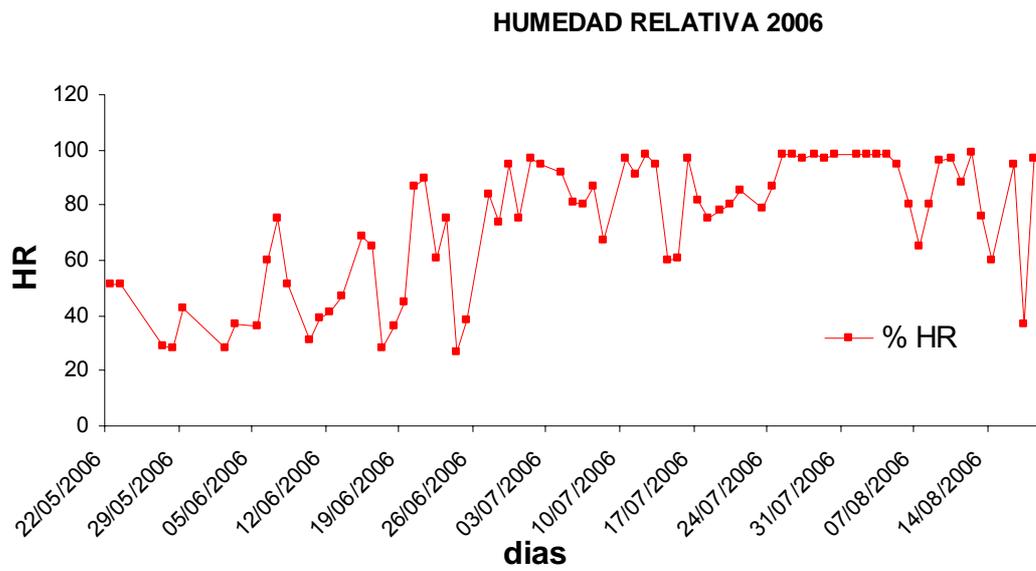


Figura A3. representa la humedad relativa que se presentó en el invernadero durante el ciclo del pepino durante el periodo mayo-agosto 2006.

RESUMEN

En México el pepino es una de principales hortalizas que más se exporta, principalmente a los estados unidos, actualmente se le considera como unas de las hortalizas que más se produce bajo condiciones de invernadero, la ventaja que ofrece la producción en invernadero con respecto al campo a 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 podemos conseguir, y aun buen precio, ya que uso de fertilizantes inorgánicos puede ser costoso para aquellos productores que se dedican a la producción de pepinos bajo condiciones de invernadero, esto seria una buena alternativa para comenzar a producir pepinos.

Durante el periodo mayo- agosto del 2006 se estableció el experimento en los invernaderos de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, llamado Producción de pepino con sustratos orgánicos e inorgánicos bajo condiciones de invernadero, esto se estableció con el objetivo de evaluar los diferentes sustratos para producción de pepino y de esta manera generar una dosis optima, que permita incrementar su rendimiento y calidad bajo condiciones de invernadero.

El material utilizado para este experimento fue el híbrido conquistador, la siembra de este fue en forma directa en los sustratos. 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 consto de 40 plantas por tratamiento. Donde los tratamientos fueron para 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 más fertilización orgánica es con Té diluido (1:3) Té compost y agua.

Las variables evaluadas fueron calidad dentro de la cuales fueron peso, diámetro polar, diámetro ecuatorial, color externo, color interno, grado °Brix, espesor de pulpa, numero de lóculos de cada fruto, esto se determinó con análisis de varianza, inicio de las primeras hojas, segundo, tercero, quinta y inicio de guía, esto se determinó con las ecuaciones de regresión lineal y la cosecha (rendimiento) el cual mostró diferencia altamente significativa entre los tratamientos, además de las temperaturas y humedad relativa que se originaron en el invernadero durante el ciclo del cultivo.