



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“Producción orgánica de tres variedades de pepino bajo condiciones de invernadero”

## TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de la

**Especialidad en Ingeniería de Invernaderos**

Presenta:

**Emilio Té Góngora**

Dirigido por:

**Dra. Rosalía Virginia Ocampo Velázquez**

C.U. Santiago de Querétaro, Qro. Septiembre de 2008



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ingeniería  
Especialidad en Ingeniería de Invernaderos

“Producción orgánica de tres variedades de pepino bajo condiciones de invernadero”

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Especialidad en Ingeniería de Invernaderos

**Presenta:**  
**Emilio Té Góngora**

**Dirigido por:**  
**Dra. Rosalía Virginia Ocampo Velázquez**

SINODALES

Dra. Rosalía Virginia Ocampo Velázquez.  
Presidente

Dr. Edmundo Mercado Silva  
Secretario

Dr. Irineo Torres Pacheco  
Vocal

Dr. Enrique Rico García.  
Suplente

M. en C. Genaro Martín Soto Zarazúa  
Suplente

Dr. Gilberto Herrera Ruiz  
Director de la Facultad de Ingeniería

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval  
Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.,  
Septiembre 2008  
México

## DEDICATORIAS

A mi esposa Olga, a mis hijos Azalea Guadalupe, Cecilia, Emilio Isaac y David,  
a mi nieto César Iván.

A la memoria de mi padre (q. en p. d.) a mi madre y hermanos.

A Irene, mi compañera en la vida, por su apoyo y comprensión.

A mi amigo Daniel y compañeros de C.B.T.A. No 11

## **AGRADECIMIENTOS**

Al gobierno del Estado de Quintana Roo, a través del Consejo Quintanarroense de Ciencia y Tecnología.

A las autoridades de la Universidad Autónoma de Querétaro.

A la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria.

A la Dirección del C. B. T. A. no. 11 de Chetumal, Q. Roo.

A mis Profesores por su valiosa enseñanza.

A mi asesora Dra. Rosalía Virginia Ocampo Velázquez, por su enorme apoyo en la elaboración de esta tesis.

A mis sinodales Dr. Edmundo Mercado, Dr. Irineo Torres, Dr. Enrique Rico, M. en C. Genaro Martín Soto. Por sus acertados comentarios y correcciones.

## INDICE

	Página
DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE	iii
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE CUADROS	vi
RESUMEN	viii
SUMMARY	ix
I. INTRODUCCION	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Producción bajo invernadero	3
2.2. Agricultura orgánica	3
2.2.1. Definición y retos	3
2.2.2. Origen	5
2.2.3. Importancia económica	6
2.2.4. Fertilización orgánica	6
2.2.5. Control de plagas y enfermedades	8
2.2.6. Normatividad	10
2.3. Generalidades del pepino	11
2.3.1. Importancia del cultivo	11
2.3.2. Taxonomía del cultivo	11
2.3.3. Origen y descripción	11
2.3.4. Requerimientos del cultivo	12
2.3.5. Manejo del cultivo	14
2.3.6. Plagas y enfermedades del cultivo	21
III. OBJETIVOS E HIPOTESIS	36
3.1. Objetivo general	36
3.2. Objetivo Especifico	36
3.3. Hipótesis	36
IV. METODOLOGÍA	37
4.1. Localización	37
4.2. Caracterización de composta, suelo y fertilizante líquido	37
4.2.1. Composta	37
4.2.2. Suelo	38
4.2.3. Fertilizante líquido	39
4.3. Manejo del cultivo	39
4.3.1. Producción de plántula	39

4.3.2. Preparación del terreno	41
4.3.3. Transplante	41
4.3.4. Fertilización	42
4.3.5. Poda de hojas	43
4.3.6. Riegos	43
4.3.7. Control de plagas y enfermedades	43
4.4. Monitoreo de variables climáticas	44
4.5. Diseño experimental	44
V.- RESULTADO Y DISCUSIÓN	47
5.1. Caracterización del suelo, composta y fertilizante foliar	47
5.2. Germinación	48
5.3. Desarrollo de plántula	49
5.4. Riego	50
5.5. Nutrición	50
5.6. Plagas y enfermedades	51
5.6.1. Plagas	52
5.6.2. Enfermedades	54
5.7. Crecimiento y producción	55
5.7.1. Altura de la planta y diámetro del tallo	55
5.7.2. Número de hojas	57
5.7.3. Número de frutos	57
5.7.4. Rendimiento ( peso fresco )	57
5.7.5. Longitud de fruto	58
5.7.6. Diámetro (basal, central y apical) de fruto	58
5.7.7. Resistencia	58
5.7.8. Cosecha	60
VI. CONCLUSIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXO 1	65
Análisis fisicoquímicos del suelo del invernadero	65
Análisis fisicoquímicos de la composta	66
Análisis fisicoquímicos del fertilizante foliar	67

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
2.1. Planta de pepino, variedad Saber.....	15
2.2. Planta de pepino, variedad Primavera.....	16
2.3. Planta de pepino variedad Kalunga.....	16
4.1. Invernadero tipo capilla de 108m <sup>2</sup> , Campus Amazcala de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro.....	37
4.2. Preparación de charolas para la siembra de pepino.....	40
4.3. Charolas con plántulas de pepino.....	40
a) plántulas con tres días después de la siembra (dds) en la cámara de germinación	
b) plántula de pepino con 19 dds en el invernadero	
4.4. Preparación del terreno .....	41
a) introducción de suelo para nivelar el piso del invernadero.	
b) formación de camas para trasplante y colocación de composta.	
4.5. Trasplante de plántulas de pepino con siembra a tresbolillo.....	42
4.6. Fertilizante orgánico “universal essence plus organic liquid fertilizar”.....	43
4.7. Medición de resistencia a la presión .....	46
a) pepino sin epidermis	
b) pepino con epidermis.	
5.1. Germinación acumulada de tres variedades de pepino.....	47
5.2. Germinación de tres variedades de pepino.....	48
5.3. Ataque de cochinilla al tallo de pepino.....	53
5.4. Presencia de picudo en el follaje.....	53
5.5. Plaga conocida como chicharrita.....	54
5.6. Cenicilla en follaje.....	55
5.7. Crecimiento de tres variedades de pepino durante 64 días después del trasplante.....	56

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	página
2.1. Superficie y producción de pepino en el Estado de Querétaro durante el 2006. ....	11
2.2. Requerimientos de temperatura en cada etapa de desarrollo del cultivo de pepino.....	13
2.3. Etapas fenológicas del cultivo de pepino.....	15
2.4. Necesidades nutricionales del pepino y su concentración en ppm según diversos autores.....	18
2.5. Macronutrientes para la fertilización del pepino.....	18
2.6. Productos químicos para el control de pulgones.....	25
2.7. Control químico para orugas.....	28
2.8. Control químico para nemátodos.....	29
2.9. Fungicidas para el control de la cenicilla.....	30
2.10. Fungicidas para el control de botrytis.....	32
4.1. Tratamientos establecidos.....	44
5.1. Análisis del suelo, composta y fertilizante líquido, utilizados en la producción orgánica de tres variedades de pepino bajo condiciones de invernadero.....	47
5.2. Altura y diámetro promedio de plántulas de tres variedades de pepino.....	49
5.3. Consumo de agua ( l/m <sup>2</sup> /día) de tres variedades de pepino cultivados bajo condiciones de invernadero de Mayo a Agosto, 2008.....	50
5.4. Aplicaciones de fertilizantes foliares en el cultivo de tres variedades de pepino.....	51
5.5. Aplicaciones de insecticidas y repelentes orgánicos en el cultivo de tres variedades de pepino.....	52
5.6. Análisis de varianza de la altura de tres variedades de pepino cultivado bajo invernadero.....	56
5.7. Análisis de varianza del diámetro del tallo de las plantas de tres variedades de pepino cultivado bajo invernadero.....	56



5.8.	Análisis de las medias de prueba de Tuckey de la altura de de plantas de tres variedades de pepino.....	56
5.9.	Análisis de las medias de prueba de Tuckey del diámetro de las plantas de tres variedades de pepino.....	57
5.10.	Análisis de varianza del número de hojas de tres variedades de pepino. ....	57
5.11.	Análisis de medias de rendimiento y variables medidas del fruto.....	57
5.12.	Aplicación de fuerza y deformación en pepino variedad Primavera.....	58
5.13.	Aplicación de fuerza y deformación en pepino variedad Saber.....	59
5.14.	Aplicación de fuerza y deformación en pepino variedad Kalunga.....	59
5.15.	Análisis de varianza de resistencia y deformación de fruto de tres variedades de pepino cultivado bajo invernadero.....	60
5.16.	Análisis de medias por prueba de Tukey de resistencia y deformación de fruto de tres variedades de pepino cultivado bajo invernadero .....	60

## RESUMEN

El pepino es un producto que se consume en fresco en ensalada, encurtido en vinagre y para la industria farmacéutica, con un rendimiento promedio de 40 kg/m<sup>2</sup>. El presente trabajo, tiene por objetivo la producción orgánica de tres variedades de pepino cultivadas bajo invernadero, las cuales fueron: Primavera y Saber (variedades americanas) y Kalunga (variedad europea), la nutrición se llevó a cabo con la aplicación de composta proporcionada por la empresa Ferti-orgánico “Montenegro”, y fertilizante foliar Universal Essence Plus Organic Liquid Fertilizer, proporcionada por la empresa Gideon Agricultura Development S.A. de C.V. Biorizmit y Set flower. El control de plagas y prevención de enfermedades con Pironeem y Fungus productos orgánicos comerciales. Se evaluó la producción por unidad de superficie cuantificando en la planta: altura, diámetro de tallo, índice de área foliar, número de hojas, en frutos: número, peso fresco, diámetros (basal, apical y medio), longitud total, color, grados brix y resistencia.

El mejor rendimiento se obtuvo en la variedad europea Kalunga, por encima de las americanas Primavera y Saber. Por lo anterior se recomienda la variedad Kalunga para ser producida bajo invernadero. Es una variedad de crecimiento semi-lento, planta robusta, con buen desarrollo foliar, floración y amarre de frutos aceptable (10 % curvos y/o abortivos) de color verde oscuro, con comisuras a lo largo del fruto, con una longitud de 30 a 40 cm, diámetro de 4 a 6 cm y un peso de 500 a 700 gr, alcanzando hasta 950 gr, buena respuesta al sustrato de composta y al fertilizante foliar, que reúne las medidas proporcionadas por la empresa Enza Zaden productora de semillas de estas variedades.

Palabras clave: invernadero, pepino, producción orgánica, variedad.

## SUMMARY

The cucumber is a product that is fresh eaten in salad, or pickled in vinegar. It's also used in pharmaceutical industry, with an average yield of 40 kg /m<sup>2</sup>. The main target of this work is organic production of three varieties of cucumbers grown in greenhouses. The varieties that were evaluated: Primavera and Saber (American varieties) and Kalunga (European variety), nourishment was conducted with the application of compost supplied by the company Ferti-organic "Montenegro", and leaf fertilizer Universal Essence Plus Organic Liquid Fertilizer, provided by the company Gideon Agriculture Development SA de C.V. Biorizmit and Set flower, plague control and disease prevention with Pironeem and Fungus, organic product trades. Production was evaluated per area units by quantifying the number of fruits, which are uniform in length, diameter. Measuring main features of cucumber those that showed a better performance were Kalunga, above American varieties Saber and Primavera. That's why Kalunga is highly recommended for greenhouse production.

It is a variety of semi-slow growth, robust plant with good leaf development and flowering, fruit mooring acceptable (10% curved and / or abortive) dark green colored, with clefts over the fruit, with a length of 30 to 40 cm, 4 to 6 cm diameter and weighing 500 to 700 grams, reaching up to 950 grams, good response to the substrate of compost and fertilizer leaf according with the standards given by the seed supplier Enza Zaden company.

Key words: greenhouse, cucumber, organic production, variety.



## I. INTRODUCCIÓN

La población mundial cada día va en aumento, se calcula que para el 2050 será de 9,100 millones de habitantes, por lo tanto la necesidad de alimento se incrementa con esta dinámica de crecimiento. La producción de alimentos bajo invernadero se ha caracterizado por el alto consumo de agroquímicos, esta situación ha alarmado a los consumidores que cada día están más preocupados por su salud y por la calidad de los alimentos. El uso de agroquímicos ocasiona problemas de salud como son afecciones respiratorias, intoxicaciones y en algunos casos se puede presentar cáncer y anormalidades genéticas. Además provocan problemas ambientales, alterando los ecosistemas, matando gran cantidad de flora y fauna benéfica, por la contaminación provocada por plomo, mercurio, cobre, arsénico y otros metales pesados usados tanto en la industria como en la agricultura (Miguez, 2005). El uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura, provoca efectos indeseados en el suelo como son: desaparición de organismos, las partículas del suelo pierden agregación, se pierde capacidad para retener aire y agua, disminución de materia orgánica. Lo anterior se ve reflejado en que cada vez los suelos son menos productivos.

El sistema de producción agrícola en el mundo ha cambiado fuertemente en la última década, hoy el mercado global de frutas y verduras exigen productos inocuos y sin residuos de agroquímicos. Es por ello que la agricultura orgánica ha tenido un gran auge, en los años 90 del siglo pasado, tanto la producción como el consumo se expanden rápidamente, alcanzando tasas de crecimiento por arriba del 25%, en el 2006 la superficie mundial alcanzo los 31 millones de has. En México, de 102,802 has, cultivadas en el 2000, pasó a 545,000 has en 2007 (Schwentenius y Gómez, 2007).

Las ventajas de este tipo de agricultura es que contribuye a crear un medio ambiente equilibrado, se obtienen libres de agroquímicos, conserva la fertilidad del suelo, se mejora la micro fauna del suelo, incrementa el control natural de plagas y enfermedades y se implementa un proceso productivo autosostenible (Bernardo, 2002).

Este modelo de producción viene desplazando al modelo tradicional en muchas partes donde se realiza agricultura. Ante esta realidad el cultivo de pepino bajo invernadero al igual que otras hortalizas que se producen nuestro país, es estratégico bajo un sistema de producción orgánico, por lo que el presente trabajo busca evaluar el rendimiento de tres variedades de pepino, producidas de manera orgánica en un sistema intensivo como son los invernaderos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Producción bajo invernaderos.

La infraestructura de invernaderos en México ha tenido un crecimiento acelerado y en su implementación participan agricultores y empresarios convencidos de las ventajas de este tipo de alternativa para producir. En los años 70 los agricultores todavía eran reacios a la introducción de los invernaderos ya que creaban un clima distinto y esto a su vez nuevas plagas. En 1990 había aproximadamente 50 hectáreas con algún tipo de producción de vegetales bajo invernadero, para 1999 la cifra era de 600 Ha, en 2001 se elevó a 950 Ha y ahora en el 2004 suman alrededor de 2,200 hectáreas, con una gran diversificación de cultivos (2000 Agro, 2008).

En México, el cultivo hidropónico de hortalizas bajo invernadero esta cobrando auge (Montoya y Brindis, 2001) y actualmente se cultivan unas 4000 has en dicha condición. Las especies hortícolas más cultivadas en hidroponía bajo invernadero, son de alta rentabilidad como el jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), melón (*Cucumis melo* L.), sandía (*Citrullus vulgaris* Schard), pimiento (*Capsicum annuum* L.) y el pepino tipo europeo (*Cucumis sativus* L.) a pesar de sus altos costos de producción.

### 2.2 Agricultura Orgánica.

#### 2.2.1 Definición y retos.

La agricultura orgánica, biológica o ecológica, es un sistema de producción basado en la utilización óptima de los recursos naturales sin emplear productos de síntesis química. Los alimentos orgánicos se producen bajo un conjunto de procedimientos que tienen tres objetivos principales: la obtención de alimentos más saludables, un ingreso mayor para los agricultores y la protección del medio ambiente a través del uso de técnicas no contaminantes, y que además disminuyan el empleo de energía y de sustancias inorgánicas (Schawentesius y Gómez, 2007).

Durante la última década ha demostrado ser una de las alternativas más promisorias para el campo mexicano, siendo una opción de producción de alimentos libre de agroquímicos (Gómez y Schawentesius, 2004). Actualmente se enfrenta al reto de la producción de alimentos a bajo costo y de manera inocua. A pesar de que la superficie y el número de cultivos va en aumento, los problemas a los que se enfrentan son muchos, entre los que podemos mencionar: la alta incidencia de plagas y enfermedades para las cuales no se encuentran remedios naturales disponibles, hay ausencia de un marco normativo, algunos productores pensando en términos y con la misma lógica de la agricultura convencional, bajos rendimientos que se obtienen por unidad de superficie y la falta de técnicos capacitados y de investigación.

El incremento demográfico en México ha ocasionado entre otros resultados, que se disponga de menos tierra cultivable. Tal circunstancia ha estimulado a aprovechar mejor los productos orgánicos que se derivan directa o indirectamente del sector agropecuario. Lo que antes se consideraba desechos ahora debe valorarse como materia prima para su utilización alimentaria o industrial (Monroy *et al.*, 1981; Capistran *et al.*, 2001). El incremento que viene experimentando el consumo de los abonos orgánicos en todo el mundo en los últimos tiempos y en particular en el último decenio, constituye una prueba evidente del valor que se les reconoce internacionalmente como factor básico de la producción agrícola. Sin embargo aun conscientes de su importancia, no podemos considerar los abonos orgánicos más que uno de los factores entre muchos de los que intervienen en la producción agrícola. Por lo tanto, no será posible obtener el máximo rendimiento de ellos si descuidamos los demás factores (Domínguez, 1978). Es necesario obtener respuestas de algunos componentes productivos de los cultivos por el suministro de sustratos orgánicos solos o con fertilización química para conocer los niveles de producción de los mismos (Hernández, 2004).



Un cultivo orgánico es el sistema de explotación agrícola, donde agricultura es un organismo en la cual todas las partes que lo componen, interactúan para formar un todo o un sistema biológico. Este sistema descarta el uso de cualquier insumo de síntesis química como son los insecticidas, herbicidas, fertilizantes y fitohormonas no naturales, así como el uso de organismos transgénicos (Cano, 2005).

De acuerdo a la definición propuesta por la Comisión del Codex Alimentarius (FAO) la agricultura orgánica es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agrosistemas, inclusive la diversidad biológica, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Esto se consigue aplicando, siempre que es posible métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización de materiales sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema. La producción orgánica se define como un sistema de producción y procesamiento de alimentos, productos y subproductos animales, vegetales u otros satisfactores, con un uso regulado de insumos externos, restringiendo y en su caso prohibiendo la utilización de productos de síntesis química (DOF, 2006).

El objetivo primordial de la agricultura intensiva moderna debe ser obtener la máxima rentabilidad conjugando adecuadamente los factores de producción, existen en el mundo diferentes formas de hacer agricultura, dentro de la cual está la tradicional o química, que busca alimentar la planta y no al suelo, en este proceso se elimina gran cantidad de microorganismos benéficos y la materia orgánica presentes en el suelo, a diferencia de la orgánica, que se define como la utilización de actividades agrícolas libres de químicos, lo cual permite obtener alimentos de máxima calidad, conservando el medio ambiente, considerando que en esta práctica se alimenta al suelo y no a la planta, potenciando así a los microorganismos y la biota benéfica del suelo.

### **2.2.2 Origen.**

La agricultura orgánica, ecológica o biológica, como se conoce hoy en día, existe desde hace más de 100 años, pero tiene sus inicios en Europa en la década de los cincuentas y en México inició en 1963 con la producción de café orgánico en la Costa de Chiapas, pero hasta 1982 es cuando se da una fuerte promoción de éste sistema al ser adoptado por miles de pequeños productores de café del estado de Oaxaca, quienes a partir de entonces lo han difundido con más agricultores de todo el país y para diferentes productos (Reyes, 2007).

La agricultura orgánica surge de los trabajos del agrónomo Albert Howard sobre cultivos tropicales, quien considera que la planta depende de la nutrición que obtenga del suelo y ésta, es función de su contenido en humus. Por ello da la máxima importancia al papel de la materia orgánica compostada, como factor nutricional básico para el suelo y la planta (Anónimo, 2002).

### **2.2.3 Importancia económica.**

Actualmente a nivel mundial se cultivan más de 11 millones de hectáreas de forma orgánica, en las cuales se obtienen alrededor de 75,000 productos diferentes, tales como hortalizas, cereales, café, frutas, fibras, jugos, cerveza, cosméticos y recientemente diversos productos pecuarios.

En México, la producción orgánica ha alcanzado tasas de crecimiento por arriba del 30%, en el año 2000 la superficie cultivada fue de 102,802 has, con una derrama de divisas que asciende a los 139,000,000 dólares, para el año 2007 la superficie cultivada fue de 545,000 has, que representa divisas por 430,000,000 dólares. Además es importante mencionar que México cuenta con 120 mil productores (Schwentelius y Gómez, 2007).

### **2.2.4 Fertilización orgánica.**

Los abonos o fertilizantes se emplean en la agricultura para incorporar al terreno los elementos nutritivos que necesitan las plantas y que el suelo no es capaz de suministrar. Adicionalmente, se emplean para mejorar la estructura, textura y demás propiedades físicas del sustrato (Gostincar y Yuste, 1998).

Entre los abonos, existen dos clasificaciones principales: orgánicos e inorgánicos, en función del origen de sus componentes principales. La fertilización en la agricultura orgánica se lleva a cabo con abonos orgánicos los cuales pueden obtenerse a través de: compostas, abonos microbiales, abonos vegetales, humus de lombriz, los cuales se describen a continuación:

- **Composta.** En la naturaleza, los seres vivos mueren y su muerte permite el resurgimiento de la vida. Tanto animales como plantas mueren en bosques y praderas y son “composteados” por la acción del tiempo, el agua, los microorganismos, el sol y el aire, mejorando así la estructura y el contenido de nutriente del suelo. La Agricultura orgánica sigue el ejemplo de la naturaleza. Deben regresarse al suelo reutilizarse todos los residuos orgánicos: hojas, pasto, hierbas, ramas, pájaros, árboles y plantas; nunca deben tirarse o eliminarse. El composteo es una forma importante de reciclar elementos como el nitrógeno, el carbono, el fósforo, magnesio, calcio, el azufre, potasio y los micronutrientes. Se requiere todos estos elementos para mantener los ciclos biológicos que existen en la naturaleza. Sin embargo practicamos con demasiada frecuencia la agricultura de tipo “extractivo” (Philbrick y Gregg, 1966).

Para transformar los desechos orgánicos en fertilizantes seguros (abonos) es preciso seguir un método que reduzca la presencia de bacterias patógenas. La creación de abonos es un proceso natural biológico, mediante el cual el material orgánico se degrada y descompone. El proceso de transformación en abono se lleva a cabo por bacterias y hongos que fermentan el material orgánico y lo reducen a humus estable. Debido a que el proceso de fermentación genera mucho calor, reduce o elimina los riesgos biológicos en la materia orgánica (Lamkin, 1998; Andreas, 2002). Los tratamientos de transformación en abonos, se puede dividir en dos grupos, tratamientos pasivos y activos. Los primeros se basan en el mantenimiento de los desechos orgánicos bajo condiciones naturales, los activos son los que deben removerse.

- **Abonos microbiales.** Se utilizan microorganismos como micorrizas, lactobacilos, levaduras, especies de *Trichoderma spp*, bacterias fijadoras de nitrógeno de los géneros *Rhizobium*, *Azotobacter* entre otros (Anónimo, 2002).
- **Abonos verdes.** De origen estrictamente vegetal, puede ser composta de superficie (de plantas acompañantes), residuos de cosecha, de plantas verdes sembradas como abonos verdes, de algas mayores, provenientes de las playas (Anónimo, 2002).
- **Lombrihumus.** Comúnmente conocido, como humus, corresponde a las deyecciones de las lombrices. Es una mezcla de color oscuro, con sustancias amorfos coloidales que son estables a la descomposición microbiana. El lombrihumus o abono orgánico posee una rica flora bacteriana (100%), y cada gramo contiene aproximadamente dos billones de colonias de bacterias vivas y activas, es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias (Anónimo, 2002).

La composta es un abono orgánico, que resulta del proceso de composteo. Según la definición de la FAO (1987), el composteo es la descomposición de desechos orgánicos por una serie de microorganismos, bajo condiciones adecuadas de temperatura, humedad y aireación. La composta se obtiene por acción microbiana controlada, donde se utilizan los desechos orgánicos como materia prima. Se hace que los desechos alcancen un grado tal de digestión, que al ser aplicados al suelo no provoquen competencia entre los microorganismos existentes en la composta, los propios del suelo y las plantas superiores, por los nutrientes que todos ellos necesitan.

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

- **Agentes de control biológico.**
  - **Depredadores.** Estos son organismos que consumen insectos durante su vida y activamente buscan su alimento, el que es consumido se le denomina presa.

Estos agentes de control biológico consumen un amplio rango de presas entre las que podemos mencionar: pulgones, ninfas de mosca blanca, larvas pequeñas de lepidópteros, escamas blandas, escamas armadas y araña roja.

- **Parasitoides.** Se caracterizan en que el individuo que se desarrolla destruye a su huésped. Se establece que los estados larvales o inmaduros es el parásito; los parasitoides adultos son de vida libre, la hembra adulta es la que busca al huésped y lo oviposita, sobre, dentro o cerca de su huésped. Para el adulto la alimentación es normalmente con néctares o secreciones de mielecillas de plantas y de los áfidos, dieta que permite una mayor longevidad y fecundidad de las hembras parasitoides.
  
- **Agentes de control microbial (insecticidas biológicos).**
  - **Bacterias entomopatógenas.** Las bacterias son microorganismos distribuidos prácticamente en todos los hábitat. Se reproducen por fisión binaria con gran profusión en ambientes aeróbicos y anaeróbicos, cálidos o fríos, luminosos u oscuros, secos o húmedos, ocupando niveles como parásitos obligados o saprofíticos, comúnmente asociados con los insectos; la mayoría de las relaciones son inocuas al insecto, mas sin embargo existen un gran número de especies bacterianas que les causan enfermedades infecciosas. La especie que más se utiliza es *Bacillus thuringiensis*, y se caracteriza por la presencia de un cristal que constituye la capacidad insecticida propia de la bacteria.
  - **Virus baculovirus entomopatógenos.** Los baculovirus son entomopatógenos utilizados como agentes de control biológico, debido a su alto grado de especificidad, que no contaminan el ambiente y su alto rango de seguridad que representa para el hombre.

Se han detectado como patógenos de lepidópteros, perteneciendo a este orden las principales plagas que provocan pérdidas económicas en la agricultura, de ahí el gran potencial de estos organismos dentro del control biológico.

- **Nemátodos entomopatógenos.** Los nemátodos son organismos que causan esterilidad o muerte del insecto hospedero. Existen asociaciones naturales entre insectos y nemátodos, en donde algunos nemátodos son capaces de parasitar insectos sanos, como son los casos de los nemátodos de los géneros *Steinernema* (Familia Steinernematidae) y *Heterorhabditis* (Familia Heterorhabditidae). Estos dos géneros aun dependen de bacterias como fuente alimenticia y han desarrollado mecanismos para transportar e introducir a insectos las bacterias del género *Xenorhabdus*.
- **Hongos entomopatógenos.** En la actualidad a nivel mundial se buscan nuevas estrategias de control de plagas donde los hongos entomopatógenos despiertan el interés como agentes potenciales de control biológico de insectos plaga. Los hongos entomopatógenos constituyen una alternativa de control biológico, como insecticidas microbiales por sus características biológicas y modo de acción, ya que éstos pueden inducir la formación de epizootias. Los insectos infectados por la aplicación inicial del patógeno mueren y la enfermedad se dispersa a través de la población de insectos a medida que los insectos muertos liberan nuevamente el inóculo.
- **Protozoarios.** Se considera que cada insecto plaga es hospedante de un protozooario con el potencial de ser utilizado en su control. Sin embargo, pocos protozoarios son lo suficientemente virulentos para matar rápidamente a su hospedero, por lo cual su uso en programas de control a corto plazo son poco frecuentes. Los protozoarios constituyen un invaluable regulador de poblaciones. Así por ejemplo, *Nosema locustae* tiene un efecto detrimental en el crecimiento y sobrevivencia de chapulines (Alatorre, 1996).

- **Insecticidas de origen vegetal.**

La humanidad ha utilizado productos de las plantas para el control de insectos por varios siglos. Los insecticidas botánicos son productos derivados de vegetales, es decir, que no son sintetizados químicamente, sino que mediante ciertos procedimientos son extraídos de las plantas. Dentro de este grupo se tienen las piretrinas y alcaloides, entre otros (Vázquez, 1996).

### **2.2.6 Normatividad.**

A raíz de la creciente demanda de alimentos orgánicos a escala mundial, se hizo necesario definir las reglas del juego que permitieran tanto a productores como a consumidores determinar que es un alimento orgánico, como se produce y comercializa. Existe a nivel mundial organismos certificadores como la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM, por sus siglas en inglés), la Asociación Demeter, la Corporación Colombiana Internacional, Biolatina Nicaragua, la Soil Association del Reino Unido, Asociación para el mejoramiento del Cultivo Orgánico (OCIA, por sus siglas en inglés), Reglamento 2092 emitido por el Consejo de Unión Europea, Organización Internacional de Normalización (ISO), Codex Alimentarius (Anónimo, 2002). En México, los organismos encargados de la aplicación de las normas corresponde a SAGARPA, Secretaría de Economía, SEMARNAT, Secretaría de Salud, en el decreto, publicado en el Diario Oficial de la Federación, del 7 de febrero de 2006, donde se expide la Ley de Productos Orgánicos (Blas, 2007).

## 2.3 Generalidades del pepino (*Cucumis sativus*).

### 2.3.1 Importancia del cultivo.

La importancia del pepino desde el punto de vista de consumo y de superficie cultivada, en el estado de Querétaro en el 2006, fue de 50 Ha con una producción de 431 ton, lo anterior indica un rendimiento de 8.62 kg/m<sup>2</sup> (con un precio de \$2.2/kg (Cuadro 2.1 ).

**Cuadro 2.1** Superficie y producción de pepino en el Estado de Querétaro durante el 2006.

Superficie			Producción total (ton)	Rendimiento (ton/ha)	Precio (\$/ton)	Valor de la producción (\$)
sembrada (Ha)	cosechada (Ha)	sinistrada (Ha)				
50	50	0	431	8.62	2,200	948,200.00

Fuente: SEDEA, 2007.

### 2.3.2 Taxonomía del cultivo

La clasificación taxonómica del pepino según Parsons y colaboradores (2003) es:

Familia: *Cucurbitaceae*

Género: *Cucumis*

Especie: *Cucumis sativus* L

### 2.3.3 Origen y descripción.

Es originario de África donde lo cultivan desde hace más de 3000 años. Sus características morfológicas son (Parsons *et al.*, 2003):

- **Forma de vida.** Herbácea anual.
- **Sistema radicular.** Esta constituido por una raíz principal muy potente que se ramifica muy rápidamente para dar raíces secundarias y una cantidad abundante de pelos absorbentes muy finos, alargados de color blanco. abundante y larga, alcanza hasta 1.2 m de longitud, se ramifica principalmente en los primeros 25 a 30 cm. Su tallo es rastrero y postrado, que pueden alcanzar hasta 3 m de longitud, forman numerosas raicillas.



- **Tallo principal.** Anguloso y espinoso por los 4 lados, esta cubierto de pelos, de porte rastrero y trepador. En ocasiones los pelos se convierten en espinas, en plantas arbustivas el tallo tiene entrenudos cortos en los tallos trepadores y rastreros los entrenudos son alargados. En la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores.
- **Flor.** Pueden ser hermafroditas o unisexuales, se encuentran en la misma planta, las femeninas nacen solitarias, mientras que las masculinas salen en grupos, ambas salen de la misma axila de la hoja, estas son de color amarillo, en la actualidad todas las variedades comerciales que se cultivan son plantas ginoicas, es decir, solo poseen flores femeninas, porque son portadoras de un ovario ínfero.
- **Zarcillos.** Pueden ser sencillos o complejos, es decir de 1-2-3 zarcillos, se encuentran en el lado opuesto a las hojas, no tienen ramificaciones.
- **Hojas.** El tamaño varia según la especie, su longitud es de 7 a 20 cm, así como el peciolo, midiendo entre 5 a 15 centímetros, simples y alternas pero opuestas a los zarcillos, posee de 3 a 5 lóbulos, con epidermis delgada, por lo que la hace vulnerable a la evapotranspiración pudiendo secarse fácilmente en zonas de altas temperaturas es además sensible a los vientos fríos y a las heladas
- **Fruto.** Pepónide áspero o liso que varía desde un verde claro, pasando por un verde oscuro, hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa de color blanquecino, suave y de cáscara dura, sus semillas son ricas en aceite, con un endospermo escaso.

#### 2.3.4 Requerimientos del cultivo.

- **Suelo.** El pepino puede cultivarse en cualquier tipo de suelo de estructura suelta, bien drenado y con suficiente materia orgánica.

Es una planta medianamente tolerante a la salinidad (algo menos que el melón), de forma que si la concentración de sales en el suelo es demasiado elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego, el crecimiento es más lento, el tallo se debilita, las hojas son más pequeñas y de color oscuro y los frutos obtenidos serán torcidos. Si la concentración de sales es demasiado baja el resultado se invertirá, dando plantas más frondosas, que presentan mayor sensibilidad a diversas enfermedades. El pH óptimo oscila entre 5.5 y 7.0

- **Clima.**

- **Temperatura:** Es menos exigente en calor que el melón, pero más que el calabacín, y los valores de temperatura que se establecen para el pepino se muestran en el Cuadro 2.2.

**Cuadro 2.2** Requerimientos de temperatura en cada etapa de desarrollo del cultivo de pepino.

Etapa de desarrollo	Temperatura (°C)	
	Diurna	Nocturna
Germinación	27	27
Formación de planta	21	19
Desarrollo del fruto	19	16

Las temperaturas que durante el día oscilen entre 20 °C y 30 °C apenas tienen incidencia sobre la producción, aunque a mayor temperatura durante el día, hasta 25 °C, mayor es la producción precoz. Por encima de los 30 °C se observan desequilibrios en las plantas que afectan directamente a los procesos de fotosíntesis y respiración y temperaturas nocturnas iguales o inferiores a 17 °C ocasionan malformaciones en hojas y frutos. El umbral mínimo crítico nocturno es de 12 °C y a 1 °C se produce la helada de la planta. El empleo de dobles cubiertas en invernaderos tipo parral supone un sistema útil para aumentar la temperatura y la producción del pepino.

El pepino es una especie tropical que demanda horas calor con una humedad relativa alta, aunque se adapta muy bien a climas templado cálidos, desde las costas hasta alturas de 1200 msnm, Las temperaturas ideales van de 22 a 32°C, pues se ha observado que a temperaturas mayores de 40 °C detiene su crecimiento y a menores de 14 °C su crecimiento se detiene y tira sus flores (deshije) y/o si se prolonga por varios días dicha temperatura. El pepino en base a su fotosíntesis es una planta C-3 y requiere fotoperíodo completo (12 horas luz) ya que días cortos pueden provocar deshije.

- **Humedad:** Es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60-70% y durante la noche del 70-90%. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, aunque esta situación no es frecuente. Para humedades superiores al 90% y con atmósfera saturada de vapor de agua, las condensaciones sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta, pueden originar enfermedades fúngicas. Además un cultivo mojado por la mañana empieza a trabajar más tarde, ya que la primera energía disponible deberá cederla a las hojas para poder evaporar el agua de su superficie.
- **Luminosidad:** El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas y a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción.

### **2.3.5 Manejo del cultivo.**

Las etapas fenológicas pueden variar, dependiendo de las condiciones ambientales de la zona de cultivo, sin embargo los periodos en días, entre una fase y otra serían las que se muestran en el Cuadro 2.3, partiendo desde la germinación de la semilla en siembras directas en campo abierto, pues en invernadero el buen manejo de temperaturas cálidas y humedad pueden ser más precoz la planta (Cano, 2005).

**Cuadro 2.3** Etapas fenológicas del cultivo de pepino (Cano, 2005).

<b>Etapas Fenológica</b>	<b>Días después de la siembra (dds)</b>
Emergencia(germinación)	4-6
Inicio de emisión de guías	15-24
Inicio de la floración	25-34
Inicio de la cosecha	43-50
Fin de la cosecha	75-90

- **Variedades.**

Existe en el mundo una diversidad de variedades cultivadas de pepino, en este proyecto se trabajó con dos variedades americanas:

- **Saber.** Planta fuerte y vigorosa, excelente amarre de frutos temprano, se adapta a condiciones no muy caliente, para producción bajo invernadero o casa sombra. Sus frutos son uniformes (forma y tamaño) de color verde oscuro, longitud aproximada de 18-20 cm. Variedad Ginoica con casi 100% de floración femenina bajo condiciones normales (Figura 2.1).



**Figura 2.1** Planta de pepino variedad Saber.

**Primavera.** Planta muy vigorosa, para cultivos de primavera e invierno en casa sombra o invernaderos en zonas donde las temperaturas van de moderadas a altas. Es una planta fuerte semi abierta, de producción continua. Fruto cilíndrico, verde oscuro y ligeramente con espinas, longitud aproximada de 18-20 cm, excelente vida de anaquel, ginoico casi 100% (Figura 2.2).



**Figura 2.2** Planta de pepino variedad Primavera.

- **Kalunga.** Variedad europea, esta planta de buen vigor tolera condiciones ambientales tanto de frío como de calor, para cultivo de primavera-verano-otoño, variedad estándar muy buena adaptación (Figura 2.3).



**Figura 2.3** Planta de pepino variedad Kalunga.

El pepino europeo se produce bajo invernadero en estados del noroeste mexicano, como Sinaloa, y este sistema es, sin duda, la mejor manera de cultivarlo. Es una variedad muy delicada, con hábito de crecimiento rastrero –se tiende y crece sobre el piso–, que en campo se traduce en un mayor contacto de los frutos con el suelo, lo cual los vuelve de color amarillo por la humedad de la tierra y es la causa de que sean más propensos a enfermedades. En contraste, cuando se cultivan en invernadero, su crecimiento se conduce de manera vertical, lo que ayuda a que el fruto crezca más sano y en mayores cantidades; así, el espacio es mejor aprovechado pues se permite mayor entrada de luz. En la actualidad el precio para el productor varía entre los cinco y 10 pesos por kilo. Sin embargo Moreno (2006), considera que éste debería ser más elevado. Un punto importante es que bajo invernadero se puede producir pepino europeo durante todo el año. Incluso en invierno, es posible controlar la temperatura mediante calefacción, permitiendo cosechar pepino en épocas donde no podrían encontrarse y venderlo a un mejor precio (Moreno, 2006).

- **Germinación.** Según Edwards y colaboradores (1986), los factores que más influyen en la capacidad germinativa de las variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) son:
  - a) La correcta maduración de los frutos, para la obtención de la semilla,
  - b) El tiempo de fermentación del fruto antes de la extracción de las semillas,
  - c) El tiempo de almacenamiento, y
  - d) La temperatura de germinación.
- **Transplante.** El semillero estará listo para el transplante a los 20 a 25 días, cuando las plántulas tienen una altura de 15 cm. Es recomendable realizarlo durante las primeras horas de la mañana, para disminuir el stress de las plantas (Andaluz, 2007).

### Durante el cultivo.

- **Riegos.** El aporte de agua al cultivo de pepino es muy importante, este se aplica a través de un sistema de riego por goteo y va estar en función del estado fenológico de la planta, el agua debe ser en bajas concentraciones de sales, las plantas no soportan excesiva humedad, ya que pueden provocar el desarrollo de enfermedades fungosas como el mildiu y la cenicilla.
- **Fertilización.** Los niveles de extracción de pepino en invernadero para los nutrientes mayores se muestran en el Cuadro 2.4. y 2.5. Es importante mantener la relación N/K durante todo el ciclo del cultivo.

El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración. El calcio es determinante en la calidad y favorece una mejor defensa de las plantas frente a enfermedades. Los microelementos van a incidir notoriamente en el color de la fruta, su calidad y la resistencia de la planta, principalmente el hierro y el manganeso (Cuadro 2.4). El cultivo de pepino es muy sensible a la deficiencia de calcio, sobre todo en el período de fructificación.

**Cuadro 2.4.** Necesidades nutricionales del pepino y su concentración en ppm según diversos autores.

Autor	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B	Zn	Cu
Castellanos y Araujo 1994	174	56	258	153	41	54	4.3	1.1	0.3	0.5	0.05
Sasaki, 1992	219	24	218	158	48	64	2.0	0.2	0.2	0.02	0.01
Sonneveld y Straver, 1994).	182	31	254	110	24	32	0.8	0.6	0.3	0.05	0.05

**Cuadro 2.5** Macronutrientes para la fertilización del pepino.

Días después de la siembra (dds)	N (mg/m <sup>2</sup> /día)	P (mg/m <sup>2</sup> /día)	K (mg/m <sup>2</sup> /día)	Ca (mg/m <sup>2</sup> /día)	Mg (mg/m <sup>2</sup> /día)
7-22	15	6	22	12.5	2.2
23-33	70	31	121	91	18
34-47	204	89	257	230	40
48-67	248	51	208	168	11
68-90	256	77	268	151	31
91-127	308	88	305	146	19

Fuente: Segura (Cano, 2007 )

- **Tutorado.** Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida, mejorando la aireación general de esta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades, la sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta, conforme va creciendo se va liando o enredando al hilo tutor.
- **Podas.** Esta práctica se realiza, para eliminar brotes, hojas viejas y/o enfermas, a partir de la tercera semana del transplante, cuando empieza a emitir estas, así como los primeros frutos, dejando a partir de tercera o cuarta hoja , o aproximadamente 20 cm del suelo. La finalidad de la poda es permitir la circulación del aire, evitar un excesivo follaje con la emisión de brotes y al desarrollo adecuado de la planta y calidad de fruto.
- **Aclareo de frutos.** Sirve para eliminar frutos dañados o que estén curvos, que no reúnan las características propias requeridas de calidad.
- **Cosecha.** Los pepinos se cosechan en diversos estados de desarrollo, cortando el fruto con tijeras en lugar de arrancarlo. El período entre floración y cosecha puede ser de 55 a 60 días, dependiendo del cultivar y de la temperatura.



Generalmente, los frutos se cosechan en un estado ligeramente inmaduro, próximos a su tamaño final, pero antes de que las semillas completen su crecimiento y se endurezcan. La firmeza y el brillo externo son también indicadores del estado pre-maduro deseado. En el estado apropiado de cosecha un material gelatinoso comienza a formarse en la cavidad que aloja a las semillas. Para el consumo en fresco, los diferentes cultivares de pepino alcanzan varios tamaños cuando han llegado a la madurez comercial. El rango fluctúa entre 20 y 30 cm de largo y 3 a 6 cm de diámetro. El color del fruto depende del cultivar, sin embargo, debe ser verde oscuro o verde, sin signos de amarillos. En el caso del pepino para encurtido, los frutos son más cortos y su relación largo/diámetro debe estar entre 2.9 y 3.1. Su color debe alcanzar una tonalidad verde claro. Utilizando seis plantas por metro cuadrado útil, espaciadas a 35 cm, con una densidad media a 1.5 m se pueden producir tres kilos de pepino por planta mientras que en campo abierto sólo se produciría la mitad.

- **Rendimientos.** La planta de pepino europeo pueden crecer más de 8 m en longitud con un ciclo de cultivo desde la siembra a la cosecha de alrededor de 5 meses, con un rendimiento aproximado de 40 Kg/m<sup>2</sup> (Gómez, 2001) con una densidad de 3 plantas/m<sup>2</sup>. en zonas frías, la producción de pepino debe ser bajo invernadero, ya que difícilmente pueda producir por debajo de los 15 °C (Lisch y Monterbault, 1994). En condiciones desfavorables de clima y suelo, la hidroponía en invernadero representa una opción tecnológica para cualquier tipo de cultivo, ya que permite obtener alta productividad y calidad del producto con alto valor en el mercado, por lo que la producción es rentable, aun en pequeñas superficie (Sánchez *et al.*, 2006).
- **Propiedades nutritivas.** El pepino es un fruto conocido en todo el mundo como un complemento de la alimentación, rico en vitamina A y C con casi un 100% de agua, además de contener azufre, por lo que se utiliza en la industria cosmética.

El pepino es muy consumido por su gran combinación en ensaladas dando como resultado ser utilizado para menú en personas vegetarianas y las que tienen problemas de sobrepeso al incluirlo muy seguido en la dieta para reducción de peso. El pepino es una hortaliza de bajo aporte calórico debido a su reducido contenido en hidratos de carbono, en comparación con otras hortalizas, y a su elevado contenido de agua.

Aporta fibra, pequeñas cantidades de vitamina C, provitamina A y de vitamina E, y, en proporciones aún menores, vitaminas del grupo B tales como folatos, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub>. En su piel se encuentran pequeñas cantidades de beta-caroteno, pero una vez que se oreo el pepino, su contenido se reduce casi a cero. La vitamina A es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico. Los folatos intervienen en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis de material genético y en la formación de anticuerpos del sistema inmunológico. La vitamina E interviene en la estabilidad de las células sanguíneas y en la fertilidad. Al igual que la vitamina C, tiene acción antioxidante, y ésta última además interviene en la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes, favorece la absorción del hierro y aumenta la resistencia frente las infecciones.

El pepino no se considera una hortaliza rica en minerales, si bien el más abundante el potasio. En menor proporción se hallan el fósforo y el magnesio. El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, además de intervenir en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. El fósforo interviene en la formación de huesos y dientes, al igual que el magnesio. Éste último además se relaciona con el funcionamiento del intestino, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante. En la composición del pepino está presente una pequeña proporción de beta-sitosterol; un compuesto con actividad antiinflamatoria e hipoglucemiante, que participa en la respuesta del sistema inmunológico.

### 2.3.6. Plagas y enfermedades del pepino.

Las plagas y enfermedades que atacan al cultivo de pepino

Extraído de: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental “Las Palmerillas”. Caja Rural de Almería.

- **Plagas.**

- **Cochinillas. (*Armadiillum vulgare* y *A. opacum*).** Las cochinillas atacan fundamentalmente los tallos. Son más o menos redondas u ovaladas y cubiertas por una especie de concha de color marrón o rojizo. Se reproducen mucho, siendo su ataque en cualquier etapa y su daño principal lo producen en tallos tiernos y jugosos recién transplantados, royendo la corteza produciendo galerías, la planta se debilita y pueden morir, cuando el daño es muy severo, pueden arrancarse con las uñas o con un algodón empapado en alcohol

**Control preventivo y técnicas culturales:** Hacer trampas con paños, cartón o madera, humedeciéndolos y dejar cerca de la planta, eliminar hojas o residuos vegetales

**Control biológico:** Los insecticidas con ajo y guindilla suelen ir bastante bien.

- **Araña roja (*Tetranychus urticae*, *T. turkestanii* y *T. ludeni*).** La primera especie citada es la más común en los cultivos hortícolas protegidos, pero la biología, ecología y daños causados son similares, por lo que se abordan las tres especies de manera conjunta. Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso de foliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga.

**Control preventivo y técnicas culturales:** Desinfección de estructuras y suelo previa a la plantación en parcelas con historial de la araña roja. Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo. Evitar los excesos de nitrógeno. Vigilancia de los cultivos durante las primeras fases del desarrollo.

**Control biológico:** Principales especies depredadoras de huevos, larvas y adultos de araña roja: *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* (especies autóctonas y empleadas en sueltas), *Feltiella acarisuga* (especie autóctona).

**Control químico:** Materia activa: fenbutaestan, 0.05-0.10%, S.C. Quinometionato 2%, 20-30 kg/Ha polvo, tebuferpirat 20%, 1 litro/Ha.

- **Araña blanca (*Polyphagotarsonemus latus*).** Esta plaga ataca principalmente al cultivo de pimiento, si bien se ha detectado ocasionalmente en tomate, berenjena, judía y pepino. Los primeros síntomas se aprecian como rizado de los nervios en las hojas apicales y brotes, y curvaturas de las hojas más desarrolladas. En ataques más avanzados se produce enanismo y una coloración verde intensa de las plantas. Se distribuye por focos dentro del invernadero, aunque se dispersa rápidamente en épocas calurosas y secas.
- **Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*).** Las partes jóvenes de las plantas son colonizadas por los adultos, realizando las puestas en el envés de las hojas. De éstas emergen las primeras larvas, que son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estados larvarios y uno de pupa, este último característico de cada especie. Los daños directos (amarillamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el

normal desarrollo de las plantas. Ambos tipos de daños se convierten en importantes cuando los niveles de población son altos. Otro daño indirecto es el que tiene lugar por la transmisión de virus. *Trialeurodes vaporariorum* es transmisora del virus del amarillamiento en cucurbitáceas. *Bemisia tabaci* es potencialmente transmisora de un mayor número de virus en cultivos hortícolas y en la actualidad actúa como transmisora del virus del rizado amarillo de tomate (TYLCV), conocido como “virus de la cuchara”.

**Control preventivo y técnicas culturales:** Colocación de mallas en las bandas de los invernaderos, limpieza de malas hierbas y restos de cultivos, no asociar cultivos en el mismo invernadero, no abandonar los brotes al final del ciclo, ya que los brotes jóvenes atraen a los adultos de mosca blanca, colocación de trampas cromáticas amarillas.

**Control biológico:** Mediante enemigos naturales, los principales parásitos de larvas de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) son: Fauna auxiliar autóctona: *Encarsia formosa*, *E. transvena*, *E. lutea*, *E. tricolor*, *Cyrtopeltis tenuis*. Fauna auxiliar empleada: *Encarsia formosa*, *Eretmocerus californicus*. Para *Bemisia tabaci*. Fauna auxiliar autóctona: *Eretmocerus mundus*, *Encarsia transvena*, *Encarsia lutea*, *Cyrtopeltis tenuis*. Fauna auxiliar empleada en sueltas: *Eretmocerus californicus*, *Eretmocerus sineatis*.

**Control químico:** Materias activas: abamectina, aceite de verano, amitraz, azufre coloidal, azufre micronizado, azufre mojable, azufre molido, azufre sublimado, azufre micronizado + dicofol, bromopropilato, diazinon, dicofol, endosulfan + azufre, permanganato potásico + azufre micronizado, propargita, tetradifon.

- **Pulgón (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*).** Son las especies homópteras de la familia Aphididae. Son los pulgones más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, con

hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las formas áptera del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas.

**Control preventivo y técnicas culturales:** Colocación de mallas en las bandas del invernadero, eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior, colocación de trampas cromáticas amarillas .

**Control biológico:** Se utilizan enemigos naturales como especies depredadoras autóctonas: *Aphidoletes aphidimyza*. Especies parasitoides autóctonas: *Aphidius matricariae*, *Aphidius colemani*, *Lysiphlebus testaceipes* y especies parasitoides empleadas en sueltas: *Aphidius colemani*.

**Control químico:** Los productos, así como la dosis recomendada para el control de este insecto plaga se describen en el Cuadro 2.6 (Gil, 2007).

**Cuadro 2.6** Productos químicos para el control de pulgones.

<b>Materia activa</b>	<b>Dosis</b>	<b>Presentación del producto</b>
Aceite de verano 75%	0.75-1.50%	Concentrado emulsionable
Esfenvalerato 5%	1-1.50 l/ha	Suspensión concentrada
Metil pirimifos 2%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Pimetrocina 70%	40 g/Hl	Polvo mojable
Tiametoxam 25%	20 g/Hl	Granulado dispersable en agua
Tralometrina 3.6%	0.03-0.08%	Concentrado emulsionable

- **Trips (*Frankliniella occidentalis*).** Los trips pertenecen al orden Thysanoptera y en este caso a la Familia Thripidae. Los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos

vegetales en hojas, frutos y, preferentemente, en flores (son florícolas), donde se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas de las puestas. Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. Estos síntomas pueden apreciarse cuando afectan a frutos (sobre todo en pimiento) y cuando son muy extensos en hojas). Las puestas pueden observarse cuando aparecen en frutos (berenjena, judía y tomate). El daño indirecto es el que acusa mayor importancia y se debe a la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV), que afecta a pimiento, tomate, berenjena y judía.

**Control preventivo y técnicas culturales:** Colocación de mallas en las bandas del invernadero, limpieza de malas hierbas y restos de cultivo, colocación de trampas cromáticas azules.

**Control biológico:** Se lleva a cabo mediante enemigos naturales como fauna auxiliar autóctona: *Amblyseius barkeri*, *Aeolothrips sp.*, *Orius spp.*

**Control químico:** Materias activas: atrin, cipermetrin, cipermetrin + azufre, cipermetrin+ clorpirifos-metil, aceite de verano, clorpirifos-metil, deltametrin, fenitroton, formetanato, metiocarb y tralometrina

- **Minadores de hoja (*Liriomyza trifolii*).** Las hembras adultas realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta del parénquima, ocasionando las típicas galerías. La forma de las galerías es diferente, aunque no siempre distinguible, entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo larvario, las larvas salen de las hojas para pupar, en el suelo o en las hojas, para dar lugar posteriormente a los adultos .

**Control preventivo y técnicas culturales:** Colocación de mallas en las bandas del invernadero, eliminación de malas hierbas y restos de cultivo, en

fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta, Colocación de trampas cromáticas amarillas .

**Control biológico:** Con especies parasitoides autóctonas: *Diglyphus isaea*, *Diglyphus minoicus*, *Diglyphus crassinervis*, *Chrysonotomyia formosa*, *Hemiptarsenus zihalisebessi*. Especies parasitoides empleadas en sueltas: *Diglyphus isaea*.

**Control químico:** Materias activas: aceite de verano 75%, presentado como concentrado emulsionable con dosis de 0.75-1.50%.

- **Orugas (*Spodoptera exigua*).** Pertenecen al orden Lepidoptera a la familia Noctuidae. La principal diferencia entre especies en el estado larvario se aprecia en el número de falsas patas abdominales (cinco en *Spodoptera* y *Heliothis* y dos en *Autographa* y *Chrysodeixis*), o en la forma de desplazarse en *Autographa* y *Chrysodeixis* arqueando el cuerpo (orugas camello). La presencia de sedas (“pelos” largos) en la superficie del cuerpo de la larva de *Heliothis*, o la coloración marrón oscuro, sobre todo de patas y cabeza, en las orugas de *Spodoptera littoralis*, también las diferencia del resto de las especies. La biología de estas especies es bastante similar, pasando por estados de huevo, 5-6 estados larvarios y pupa. Los huevos son depositados en las hojas, preferentemente en el envés, en plastrones con un número elevado de especies del género *Spodoptera*, mientras que las demás lo hacen de forma aislada. Los daños son causados por las larvas al alimentarse. En *Spodoptera* y *Heliothis* la pupa se realiza en el suelo y en *Chrysodeixis chalcites* y *Autographa gamma*, en las hojas. Los adultos son polillas de hábitos nocturnos y crepusculares. Los daños pueden clasificarse de la siguiente forma: daños ocasionados a la vegetación (*Spodoptera*, *Chrysodeixis*), daños ocasionados a los frutos (*Heliothis* y *Spodoptera*) y daños ocasionados en los tallos (*Heliothis* y *Ostrinia*) que pueden llegar a cegar las plantas.



**Control preventivo y técnicas culturales:** Colocación de mallas en las bandas del invernadero, eliminación de malas hierbas y restos de cultivo, en el caso de fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta, colocación de trampas de feromonas y trampas de luz, vigilar los primeros estados de desarrollo de los cultivos, en los que se pueden producir daños irreversibles.

**Control biológico mediante enemigos naturales:** Parásitos autóctonos: *Apantelles plutellae*. Patógenos autóctonos: Virus de la poliedrosis nuclear de *S. exigua*.-Productos biológicos: *Bacillus thuringiensis*.

**Control químico:** En el Cuadro 2.7, se detalla los ingredientes activos y la dosis para el combate de esta plaga (Gil, 2007).

**Cuadro 2.7** Control químico para orugas.

<b>Materia activa</b>	<b>Dosis</b>	<b>Presentación del producto</b>
Betaciflutrin 2.5%	0.05-0.08%	Suspensión concentrada
Ciflutrin 5%	0.05-0.08%	Concentrado emulsionable
Esfenvalerato 5%	1-1.50 l/ha	Suspensión concentrada
Flufenoxuron 10%	0.05-0.10%	Concentrado dispersable
Metil pirimifos 2%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Tralometrina 3.6%	0.03-0.08%	Concentrado emulsionable

- **Nemátodos (*Meloidogyne javanica*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. incognita* .** De la familia Heteroderidae, afectan prácticamente a todos los cultivos hortícolas, produciendo los típicos nódulos en las raíces que le dan el nombre común de “batatilla”. Penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces.

Esto unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los típicos “rosarios”. Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo. Se distribuyen por rodales o líneas y se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los aperos y con cualquier medio de transporte de tierra. Además, los nematodos interaccionan con otros organismos patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), bien de manera pasiva facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado .

**Control preventivo y técnicas culturales:** Utilización de variedades resistentes, desinfección del suelo en parcelas con ataques anteriores, utilización de plántulas sanas .

**Control biológico:** Productos biológicos: preparado a base del hongo *Arthrobotrys irregularis*, Control por métodos físicos: Esterilización con vapor, solarización, que consiste en elevar la temperatura del suelo mediante la colocación de una lámina de plástico transparente sobre el suelo durante un mínimo de 30 días

**Control químico:** En el Cuadro 2.8. Se muestra los productos para el combate de esta plaga.

**Cuadro 2.8** Control químico para nemátodos.

<b>Materia activa</b>	<b>Dosis</b>	<b>Presentación del producto</b>
Etopofros 10%	60-80 kg/ha	Gránulo
Etopofros 20%	30 l/ha	Concentrado emulsionable

## **Enfermedades.**

- **Oidiopsis (*Leveillula taurica*).** Es un parásito de desarrollo semi-interno y los conidióforos salen al exterior a través de los estomas. Los síntomas que aparecen son manchas amarillas en el haz que se necrosan por el centro, observándose un fieltro blanquecino por el envés. En caso de fuerte ataque la hoja se seca y se desprende

**Control preventivo y técnicas culturales:** Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo, utilización de plántulas sanas.

**Control químico:** Materias activas: azufre coloidal, azufre micronizado, azufre mojable, azufre molido, azufre sublimado, bupirimato, ciproconazol, ciproconazol + azufre, dinocap, dinocap + azufre coloidal, fenarimol, hexaconazol, miclobutanil, miclobutanil + azufre, nuarimol, penconazol, pirifenox, quinometionato, triadimefon, triadimenol, triforina.

- **“Ceniza” u oídio de las cucurbitáceas (*Sphaerotheca fuliginea*).** De orden Ascomycete de la Familia Erysiphales. Los síntomas que se observan son manchas pulverulentas de color blanco en la superficie de las hojas (haz y envés) que van cubriendo todo el aparato vegetativo llegando a invadir la hoja entera, también afecta a tallos y pecíolos e incluso frutos en ataques muy fuertes. Las hojas y tallos atacados se vuelven de color amarillento y se secan. Las malas hierbas y otros cultivos de cucurbitáceas, así como restos de cultivos serían las fuentes de inóculo y el viento es el encargado de transportar las esporas y dispersar la enfermedad. Las temperaturas se sitúan en un margen de 10-35 °C, con el óptimo alrededor de 26 °C. La humedad relativa óptima es del 70%

**Control preventivo y técnicas culturales:** Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo, utilización de plántulas sanas, Realizar tratamientos a las estructuras.

**Control químico:** para prevenir y controlar esta enfermedad, en el Cuadro 2.9 se presentan los productos químicos y la dosis recomendada (Gil, 2007).

**Cuadro 2.9** Fungicidas para el control de la cenicilla.

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Azufre 80%	0.10-0.20%	Granulado dispersable en agua
Benomilo 50%	0.05-0.10%	Polvo mojable
Diclofluanida 40% + Tebuconazol 10%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Propineb 70% + Triadimefon 4%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Quinometionato 2%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Triadimefon 5%	15 g/Hl	Polvo mojable
Triflumizol 30%	0.04-0.08%	Polvo mojable

- **Podredumbre gris (*Botryotinia fuckeliana*, anamorfo: *Botrytis cinerea*).** Ascomycete, de la familia Helotiales. Parásito que ataca a un amplio número de especies vegetales, afectando a todos los cultivos hortícolas protegidos, pudiéndose comportar como parásito y saprofito. En plántulas produce damping-off. En hojas y flores se producen lesiones pardas. En frutos tiene lugar una podredumbre blanda (más o menos acuosa, según el tejido), en los que se observa el micelio gris del hongo. Las principales fuentes de inóculo las constituyen las conidias y los restos vegetales que son dispersados por el viento, salpicaduras de lluvia, gotas de condensación en plástico y agua de riego. La temperatura, la humedad relativa y fenología influyen en la enfermedad de forma separada o conjunta.

- La humedad relativa óptima oscila alrededor del 95% y la temperatura entre 17°C y 23°C. Los pétalos infectados y desprendidos actúan dispersando el hongo .

**Control preventivo y técnicas culturales:** Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas, tener especial cuidado en la poda, realizando cortes limpios a ras del tallo. A ser posible cuando la humedad relativa no sea muy elevada y aplicar posteriormente una pasta fungicida. Controlar los niveles de nitrógeno, utilizar cubiertas plásticas en el invernadero que absorban la luz ultravioleta, emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación, manejo adecuado de la ventilación y el riego.

**Control químico:** recomendación en el Cuadro 2.10 para el control y combate de esta enfermedad

**Cuadro 2.10** Fungicidas para el control de Botrytis.

<b>Materia activa</b>	<b>Dosis</b>	<b>Presentación del producto</b>
Benomilo 50%	0.10%	Polvo mojable
Carbendazima 1.5% + Dietofencarb 1.5%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Carbendazima 25% + Dietofencarb 25%	0.10-0.15%	Polvo mojable
Carbendazima 50%	0.06%	Suspensión concentrada
Diclofluanida 40% + Tebuconazol 10%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Mancozeb 60% + Metil tiofanato 14%	2-4 l/ha	Polvo mojable
Maneb 30% + Metil tiofanato 15%	0.40-0.60%	Suspensión concentrada
Tebuconazol 25%	0.04-0.10%	Emulsión de aceite en agua

- **Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum*).** Ascomycete, de la familia Helotiales. Hongo polífago que ataca a la mayoría de las especies hortícolas. En plántulas produce damping-off.

En planta produce una podredumbre blanda (no desprende mal olor) acuosa al principio que posteriormente se seca más o menos según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio algodonoso blanco, observándose la presencia de numerosos esclerocios, blancos al principio y negros más tarde. Los ataques al tallo con frecuencia colapsan la planta, que muere con rapidez, observándose los esclerocios en el interior del tallo. La enfermedad comienza a partir de esclerocios del suelo procedentes de infecciones anteriores, que germinan en condiciones de humedad relativa alta y temperaturas suaves, produciendo un número variable de apotecios. El apotecio cuando está maduro descarga numerosas esporas, que afectan sobre todo a los pétalos. Cuando caen sobre tallos, ramas u hojas producen la infección secundaria.

**Control preventivo y técnicas culturales:** Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas, utilizar cubiertas plásticas en el invernadero que absorban la luz ultravioleta, emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación, Manejo adecuado de la ventilación y el riego, solarización.

**Control químico:** Materias activas: captan + tiabendazol, clozolinato, procimidona, tebuconazol, tiabendazol + tiram, tiram + tolclofos-metil, tolclofos-metil, vinclozolina.

- **Chancro gomoso del tallo (*Didymella bryoniae*).** Ascomycete, de la familia Dothideales. En plántulas afecta principalmente a los cotiledones en los que produce unas manchas parduscas redondeadas, en las que se observan puntitos negros y marrones distribuidos en forma de anillos concéntricos. El cotiledón termina por secarse, produciendo lesiones en la zona de la inserción de éste con el tallo. Los síntomas más frecuentes en melón, sandía y pepino son los de “chancro gomoso del tallo” que se caracterizan por una lesión beige en tallo, recubierta de picnidios y/o peritecas, y con frecuencia se producen exudaciones gomosas cercanas a la lesión.

En la parte aérea provoca la marchitez y muerte de la planta. Con frecuencia el interior de esta mancha se rompe, quedando perforada. En cultivos de pepino y calabacín se producen ataques al fruto, que se caracterizan por estrangulamiento de la zona de la cicatriz estilar, que se recubre de picnidios. Puede transmitirse por semillas. Los restos de cosecha son una fuente primaria de infección y las esporas pueden sobrevivir en el suelo o en los tallos y en la estructura de los invernaderos, siendo frecuentes los puntos de infección en las heridas de podas e injertos. La temperatura de desarrollo de la enfermedad es de 23-25°C, favorecido con humedades relativas elevadas, así como exceso de abono nitrogenado. Las altas intensidades lumínicas la disminuyen.

**Control preventivo y técnicas culturales:** Utilizar semilla sana, eliminar restos de cultivo tanto alrededor como en el interior de los invernaderos, desinfección de las estructuras del invernadero, control de la ventilación para disminuir la humedad relativa, evitar exceso de humedad en suelo. retirar goteros del pie de la planta, deben sacarse del invernadero los frutos infectados y los restos de poda, realizar la poda correctamente.

**Control químico:** Materias activas: benomilo, metil-tiofanato, procimidona.

- **Virus de las venas amarillas del pepino (CVYV).** El CVYV es un virus ARN con partículas flexuosas de 740-780 nm de longitud, perteneciente a la familia *Potyviridae*. Está extendido por el Mediterráneo oriental: Israel, Valle del Jordán y Turquía. Este virus afecta a especies de la familia Cucurbitaceae: pepino, calabacín, sandía y melón. Existen dos cepas: CVYV-Jor, inducen síntomas similares en pepino y melón (amarilleo de las venas), aunque el CVYV-Jor causa más enanismo en pepino. Los síntomas de este virus en pepino son el amarilleo de las venas, aunque dependiendo del momento de infección, puede presentarse en toda la planta, así como un menor desarrollo de la misma.

En frutos de pepino se produce un mosaico, verde-claro, verde-oscuro. Si este virus se asocia al virus del enanismo amarillo del pepino (cucurbit yellow stunting disorder closterovirus) (CYSDV), produce un sinergismo que potencia los síntomas de ambos virus. La transmisión del virus se realiza por el insecto vector *Bemisia tabaci* de forma semi-persistente. El insecto retiene el virus durante 6 horas y tiene un periodo de latencia de 75 minutos. El virus necesita de 15 a 20 insectos por planta como mínimo para su transmisión. El ciclo de vida de la mosca blanca en cultivo de pepino, a temperatura constante, puede completarse en 17.8 días a 32°C y 38.2 días a 20°C.

**Control preventivo y técnicas culturales:** Utilización de variedades resistentes, vigilancia y control del vector en estados tempranos del cultivo y semilleros, colocación de malla en las bandas y cubreras del invernadero con una densidad mínima de 10 x 20 hilos /cm<sup>2</sup>, excepto en aquellos casos en los que no permitan un adecuada ventilación del invernadero, colocación de doble puerta o puerta y malla (mínimo 10 x 20 hilos/cm<sup>2</sup>) en las entradas del invernadero. La estructura del invernadero debe mantener una hermeticidad completa que impida el paso del insecto vector. Colocación de trampas cromotrópicas amarillas para seguimiento y captura de mosca blanca. Eliminar los restos vegetales y malas hierbas en el invernadero y alrededores, dejando más de un metro de perímetro limpio de malas hierbas. Arrancar y eliminar las plantas afectadas por virus y las colindantes al inicio del cultivo y antes del cuaje. En amplias zonas de cultivo se debe dejar un periodo de descanso entre un cultivo de curcubitaceas y el siguiente para romper el ciclo de la mosca blanca

**Control químico:** Realizar tratamientos con insecticidas específicos contra mosca blanca antes de retirar los restos vegetales de la parcela.



### III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

#### 3.1 Objetivo General.

Evaluar el rendimiento de tres variedades de pepino, bajo un sistema de agricultura orgánica en condiciones de invernadero.

#### 3.2 Objetivos Particulares.

- Evaluar el rendimiento de tres variedades de pepino.
- Evaluar la calidad de fruto de pepino de cada variedad.
- Evaluar el crecimiento y desarrollo de la planta de las tres variedades con dos fuentes de nutrición.

#### 3.3 Hipótesis.

El cultivo del pepino en condiciones de producción bajo invernadero tiene rendimientos de 40 Kg/m<sup>2</sup> ( Gómez, 2001 ), con el uso de agroquímicos, la agricultura orgánica quiere alcanzar este volumen en la misma condicione de invernadero supliendo el empleo de los agroquímicos y la demanda de nutrimentos del cultivo será cubierta con fertilizantes orgánicos, se obtendrán rendimiento equivalentes a los que menciona la literatura, que para el cultivo de pepino, y la utilización de productos orgánicos, como la composta y otros de la misma naturaleza , son factibles de emplearse con seguridad, manteniendo y/o elevando, los rendimientos sin el empleo de agroquímicos y con la seguridad de obtener productos inocuos, libres de fototoxicidad, con mejor calidad de frutos.

## IV. METODOLOGIA

### 4.1 Localización.

El invernadero donde se llevó a cabo el presente proyecto se localiza en el Campus Amazcala de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro, en el poblado de Amazcala, municipio de El Marqués, Querétaro. El invernadero es tipo capilla de 108 m<sup>2</sup> (Figura 4.1). Se estableció un cultivo de pepino con tres variedades: Kalunga, Saber y Primavera.



**Figura 4.1.** Invernadero tipo capilla de 108 m<sup>2</sup>, Campus Amazcala de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

### 4.2 Caracterización de composta, suelo y fertilizante líquido.

Se hizo una caracterización de la composta utilizada, el suelo que se encontraba en el invernadero y del fertilizante químico que fue la principal fuente de fertilización del cultivo.

#### 4.2.1 Composta.

La composta utilizada fue proporcionada por el Sr. José Pedro Aguillón Cross de la empresa Ferti-orgánico "Montenegro", del cual se envió una muestra para su análisis al Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y

Nutrición Vegetal del INIFAP, de Celaya, Gto. Resultando las siguientes determinaciones:

Análisis Físicos:

- Materia orgánica
- Humedad
- Potencial de hidrógeno (p.H).
- Relación Carbono – Nitrógeno (C/N).
- Conductividad Eléctrica (C.E.).
- Cenizas
- Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.).
- Densidad aparente
- Capacidad de campo
- Punto de marchites permanente

Análisis Químicos.

- Nitrógeno total
- Fósforo
- Potasio
- Relación C/N
- Elementos secundarios
- Microelementos

#### 4.2.2 Suelo.

El suelo que se encontraba en el invernadero y el que se utilizó para dar el nivel del mismo es tipo vertisol pélico en la clasificación FAO (Klaring, 2007), y un peluderts en la clasificación USDA (Klaring, 2007). Lo que se determinó fue:

- **pH.** El cual se midió con un pHtester 10 marca Waterproof de doble función.
- **Conductividad eléctrica.** Se midió con un conductímetro ECTestr high, marca waterproof, microprocessor series, con rango 0 a 19.90 mS.
- **Contenido de nitratos.** Se midió haciendo una dilución de suelo más agua a una proporción de 1:2 (100gr de suelo en 200 ml de agua), con un ionómetro, marca Horiba y se calibra a 15 y/o 20 ppm, colocar la

solución en la mica, dando la lectura en ppm de nitratos, este procedimiento se realiza en tres repeticiones, utilizando agua desionizada.

#### **4.2.3 Fertilizante foliar.**

El fertilizante foliar utilizado se llama Universal Essence Plus Organic Liquid Fertilizer La información de los análisis fue proporcionada por el proveedor Gideon Agricultura Development S.A. de C.V.

Análisis Físicos.

- Materia orgánica (Base seca)

Análisis Químicos

- Nitrógeno total.
- Fósforo soluble en agua ( $P_2O_5$ ).
- Potasio soluble en agua ( $K_2O$ ).
- Óxido de magnesio soluble en agua (W-MgO).
- Manganeso soluble en agua (W-Mn).
- Boro soluble en agua (W-B).
- Cloruro de sodio.

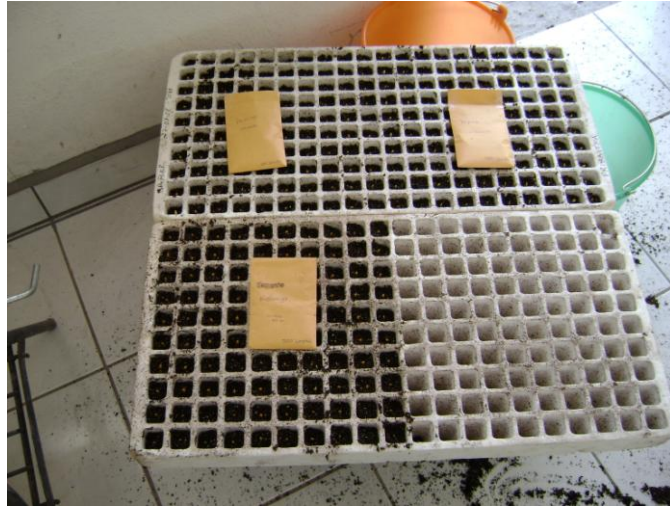
#### **4.3 Manejo del cultivo.**

Se hizo una revisión bibliográfica acerca de la producción de pepino tanto a cielo abierto como en invernadero, la cual sirvió de base para el proyecto en invernadero y se aplicó los tratamientos necesarios tanto de nutrición como de prevención y control de plagas y enfermedades, así como el manejo del cultivo.

##### **4.3.1 Producción de plántula.**

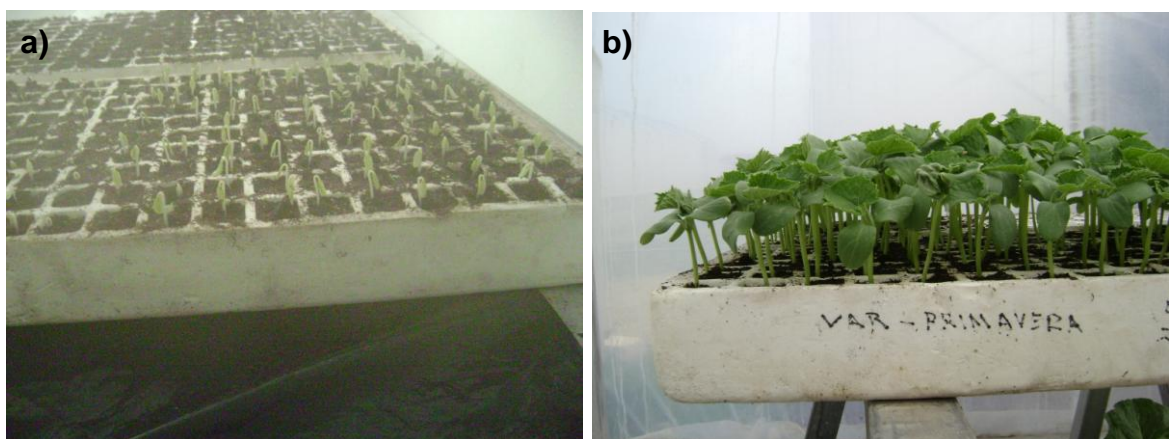
Para la obtención de plántulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) se sembraron 100 semillas de las variedades americanas (Primavera y Saber) y de la variedad europea (Kalunga). Se emplearon charolas de 200 alvéolos o cavidades, llenando primero a tres cuartas partes de las cavidades con una mezcla de 70 % de peat moss y 30 % de vermiculita (Figura 4.2), esta mezcla se humedece con una solución bactericida, llamada Ecocitro, al 0.5% (5ml de ecocitro y 995 ml de agua corriente).

El Ecocitro es un bactericida, fungicida y germicida, 100% orgánico, a base de extracto de semillas y pulpa de toronja, elaborado y distribuido por la empresa Ecología Agroindustrial, SA de CV. México. Las semillas se colocaron en forma vertical con el ápice hacia arriba y cubriéndolo con una capa de vermiculita.



**Figura 4.2.** Preparación de charolas para la siembra de pepino.

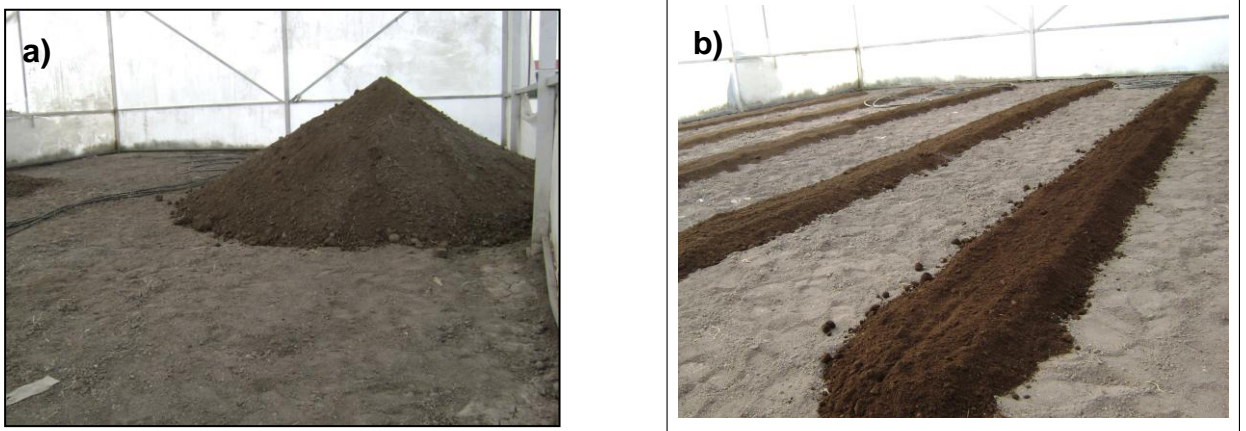
Las charolas se colocaron en una mesa de aluminio en el cuarto de germinación a una temperatura de 20 °C durante 3 días (Figura 4.3a). Posteriormente se pasaron a un invernadero tipo capilla de 108 m<sup>2</sup> (Figura 4.1), hasta cumplir 19 días después de la siembra (Figura 4.3b).



**Figura 4.3.** Charolas con plántulas de pepino. a) Plántulas con tres días después de la siembra (dds) en la cámara de germinación, b) plántulas de pepino con 19 dds en el invernadero.

### 4.3.2 Preparación de terreno.

Para el trabajo realizado, se tuvo que nivelar el terreno dentro del invernadero, para lo cual fue necesario introducir suelo de la misma zona (Figura 4.4a). Posteriormente se formaron cinco camas de 60 cm de ancho por 9 m de largo cada una y con una separación de 1 m entre las camas. Encima se colocó una capa de 10 cm de composta de champiñón proporcionada por la empresa Ferti-orgánico “Montenegro” (Figura 4.4b). Las camas se cubrieron con un plástico de color gris-negro (acolchado).



**Figura 4.4.** Preparación del terreno. a) Introducción de suelo para nivelar el piso del invernadero, b) formación de camas para transplante y colocación de composta.

### 4.3.3 Transplante.

El transplante se llevó a cabo a los 19 días después de la siembra (Figura 4.4), haciendo un hoyo con una estaca, de tal manera que cubriera el cepellón, apelmazando levemente alrededor de éste. La densidad de plantación fue de 3 plantas/m<sup>2</sup>, con una distancia de 80 cm entre planta y planta, la siembra se hizo a tresbolillo (Figura 4.5).





**Figura 4.5** Transplante de plántulas de pepino con siembra a tres bolillo.

#### **4.3.4. Fertilización.**

La demanda de nutrimentos por parte del cultivo, se estableció a partir de datos bibliográficos y se fue modificando en el transcurso del desarrollo del mismo supliendo las deficiencias que se presentaron y se llevo a cabo de manera diferencial para cada etapa fenológica, considerando la demanda en cada una de ellas.

- *Fase de crecimiento y desarrollo:* Requiere del nitrógeno
- *Fase de floración:* Para inducir a la floración su necesidad en fósforo es esencial.
- *Fase de fructificación:* Para lograr una buena fructificación se necesita del potasio.

La nutrición se llevó a cabo con aplicaciones foliares del fertilizante orgánico “Universal Essence Plus Organic Liquid Fertilizer” originario de Taiwán (Figura 4.6.), el cual es rico en, aminoácidos, carbohidratos, enzimas y ácido fólico, además de contener minerales esenciales para la nutrición de la planta. También se hicieron aplicaciones de Biorizmit, en forma foliar y localizada en la base de la planta, para estimular el desarrollo radicular, de Set flower en la etapa de floración y fructificación, para el amarre y cuajado de flor y fruto.



**Figura 4.6** Fertilizante orgánico “Universal Essence Plus Organic Liquid Fertilizer”.

#### **4.3.5. Poda de hojas.**

La poda se realizó en forma semanal, eliminando las hojas más viejas y dañadas, con la finalidad de permitir la aireación, evitando condiciones de proliferación de enfermedades, utilizando tijeras cortas marca trupper.

#### **4.3.6. Riegos.**

Estos se realizaron de acuerdo a un programa establecido, por medio de riego por goteo, de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo, con goteros de descarga de 65 ml x minuto.

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

El control de plagas y enfermedades se llevó a cabo con productos orgánicos distribuidos por las empresas, Agroproductos y Servicios Orgánicos de Uruapan (Pironeem, fungus, Fungicus-PH), Ecología Agroindustrial SA de CV (Ecocitro) , los cuales fueron los siguientes:

- Pironeem. Para combatir cochinillas, picudo, araña roja.
- Fungus. Para combatir y prevenir el desarrollo de cenicilla polvorienta.
- Fungicus-PH. Funguicida y acaricida.
- Ecocitro. Prevenir enfermedades fungosas y bacterianas.



#### 4.4 Monitoreo de variables climáticas.

Las temperaturas y la humedad relativa al interior del invernadero se registraron con un data logger marca Watchdog, modelo 450 de la Spectrum Technology Inc. el registro se llevo a cabo cada 5 minutos.

#### 4.5 Diseño Experimental.

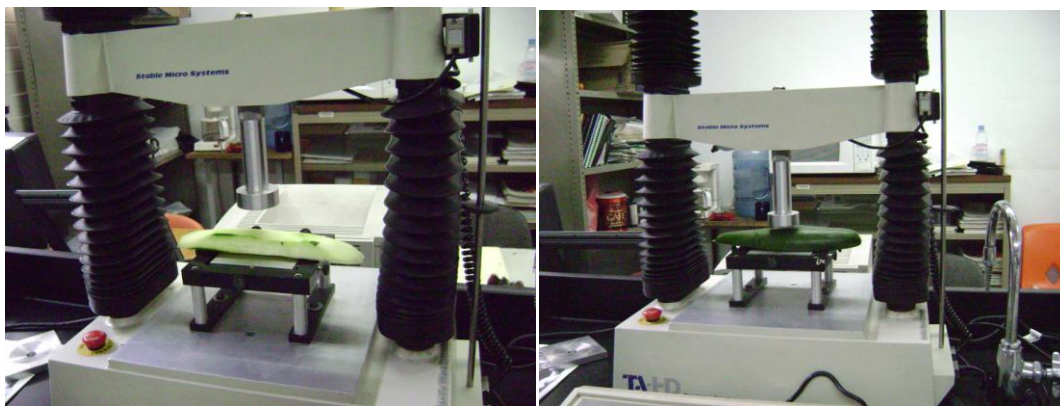
El diseño fue con bloques completamente al azar con 5 repeticiones y tres tratamientos, empleando 3 variedades de pepino (Cuadro 4.1.). Se tomaron 3 plantas por cada unidad experimental como tamaño de muestra.

**Cuadro 4.1.** Tratamientos establecidos

Tratamiento	Bloque	Parcela	Variedad
1	1	1	Primavera
2	1	2	Kalunga
3	1	3	Saber
4	2	1	Primavera
5	2	2	Kalunga
6	2	3	Saber
7	3	1	Saber
8	3	2	Primavera
9	3	3	Kalunga
10	4	1	Kalunga
11	4	2	Saber
12	4	3	Primavera
13	5	1	Saber
14	5	2	Primavera
15	5	3	Kalunga

De las variables que se midieron fueron: altura de las plantas, diámetro del tallo, número de hojas, índice de área foliar, número de frutos, peso fresco, longitud, diámetros (apical, basal y central), resistencia, color, vida de anaquel. Cada una de éstas se describe a continuación:

- **Altura de la planta (AP).** Se tomó como referencia el cuello de raíz y el ápice terminal de la planta, empleando una regla de aluminio de 50 cm marca Arly, cinta métrica plástica y flexómetro metálico de tres metros. Las mediciones se hicieron semanalmente.
- **Diámetro del tallo (DT).** Se tomó tres medidas, la primera a la altura de las primeras hojas, la segunda medida a la altura de la tercera hoja y la tercera medida a la altura de la quinta hoja, utilizando un vernier digital marca Stainless Hardened de rango 0-150 mm y otro marca Truper con rango 0-150 mm. Esta medición se realizó cada semana.
- **Número de hojas (NH).** Se contaron las hojas verdaderas bien desarrolladas, en forma semanal.
- **Número de frutos (NF).** Se realizó el conteo de frutos para cada variedad y por planta, con una frecuencia de dos veces por semana.
- **Peso fresco de fruto.** Se pesó cada uno de los frutos, empleando una báscula analítica marca Ohaus, una vez por semana de acuerdo al fruto cosechado.
- **Longitud de fruto (LF).** Se utilizó una regla metálica de 50 cm marca Arly. Se llevó a cabo una vez por semana, de acuerdo al fruto cosechado.
- **Diámetros de fruto (DF).** Se tomó tres medidas, una en cada extremo y una en la parte central del fruto, utilizando un calibrador electrónico digital marca Truper modelo CALDI-6MP, con rango de 0-150 mm. Una vez por semana de acuerdo al fruto cosechado.
- **Resistencia.** La metodología consiste en medir la resistencia del producto a la presión externa, valorando el rompimiento de la cubierta o la penetración de un objeto al interior del fruto, se seccionó el pepino en forma longitudinal en dos partes, a una se eliminó la epidermis (Figura 4.7a) y la otra mitad, se dejó con epidermis (Figura 4.7b), a ambas se sometió a una deformación al 5% con un taladro cilíndrico, utilizando una sonda de 5 cm de diámetro, con un analizador de textura, TAID Texture Analyses marca Stable Micro Systems, del Laboratorio de Fisiología y Bioquímica de Poscosecha de Frutas y Hortalizas de UAQ.



**Figura 4.7** Medición de resistencia a la presión. a) Pepino sin epidermis, b) pepino con epidermis.

- **Vida de anaquel.** Se considera el tiempo que un producto permanece un estado de consumo, sin perder sus características organolépticas, desde la cosecha hasta que se consume, conservando la firmeza, color, sabor.

De dichas variables, se analizaron estadísticamente los datos a partir de un análisis de varianza, pruebas de medias por el método de Tukey. Para realizar estos análisis estadísticos se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System).

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Caracterización de suelo, composta y fertilizante líquido.

A continuación se presentan en el Cuadro 5.1 los resultados de los análisis físicos y químicos del suelo, composta y fertilizante líquido utilizados en el cultivo del pepino, para cada uno de ellos se homogenizaron las unidades (un miligramo disuelto en 1 litro de agua representa una parte por millón, 1% es igual a 10000 ppm). Como se puede observar hay un alto contenido de materia orgánica en la composta (25.17%). El uso de composta se recomienda porque presenta ciertas características que favorecen el desarrollo de las plantas, facilita la respiración de las raíces al hacer una tierra porosa proporciona cantidades abundantes de nutrientes como nitrógeno, fósforo, ahorra agua al retener humedad.

El suelo y la composta presentan un pH ligeramente alcalino, una conductividad eléctrica baja en suelo y muy alta en la composta, lo cual se debe a la presencia de alto contenido de carbonatos (ver detalle Cuadro 2, Anexo 1). Según Cano, (2007) la necesidad de N del cultivo de pepino es de 15 a 308 mg.

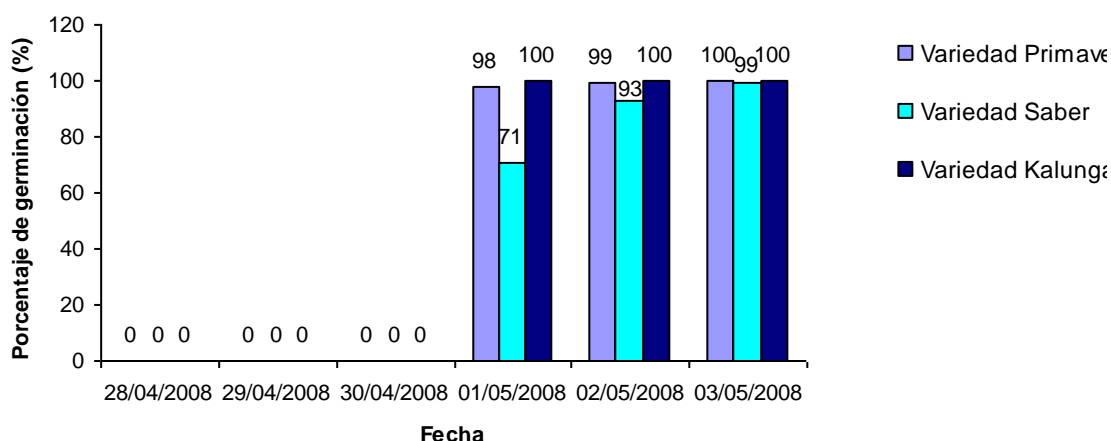
**Cuadro 5.1** Análisis de suelo, composta y fertilizante líquido utilizados en la producción orgánica de tres variedades de pepino bajo invernadero.

	Suelo	Composta	Fertilizante líquido	Óptimo
<b>Físicos</b>				
Materia orgánica	----	25.17 %	----	
Humedad	----	47.44%	----	
p.H.	7.9	7.79	----	5.5-7.0
C.E. (dS/m)	1.0	35.091 ds/m	----	2.0
Cenizas	----	27.39%	----	
C.I.C.	----	75.3 meq/100gr	----	
Densidad aparente	----	0.676 g/cm <sup>3</sup>	----	
Capacidad de campo	----	127%	----	
Punto de marchites permanente	----	66.5%	----	
<b>Químicos</b>				
Nitrógeno (ppm)	20 ppm	10000 ppm (1%)	8748 ppm	13921 ppm

Fósforo (ppm)	----	7300 ppm (0.73%)	8262 ppm	4462 ppm
Potasio (ppm)	-----	18100ppm (1.81%)	11015 ppm	14729 ppm
magnesio	-----	-----	4698	-----
manganeso	-----	-----	988ppm	1624ppm
boro	-----	-----	648ppm	-----
sodio	-----	-----	324ppm	-----
ácido tiocianico	-----	-----	1.62ppm	-----
Ácido sulfamínico	-----	-----	1.62ppm	-----
Ácido nitroso	-----	-----	1.62ppm	-----
Nitrógeno biuret	-----	-----	1.62ppm	-----
Arsénico	-----	-----	1.62ppm	-----
cadmio	-----	-----	0.01ppm	-----
nikel	-----	-----	1.62ppm	-----
titanio	-----	-----	1.62ppm	-----
romo	-----	-----	1.62	-----
Relación C/N	-----	13.83	-----	-----

## 5.2 Germinación.

En la Figura 5.1, se muestra el comportamiento de la germinación, la fecha de siembra fue el 28 de Abril de 2008, ésta inicio el día 1 de mayo de 2008 y concluyó el 3 del mismo mes y año. El 100% de la germinación en la variedad Kalunga se presentó en el cuarto día después de la siembra no así para las otras variedades en las que alcanzaron el 100% hasta el sexto día (Figura 5.2).



**Figura 5.1** Germinación acumulada de tres variedades de pepino.



**Figura 5.2** Germinación de tres variedades de pepino.

### 5.3 Desarrollo de plántula.

Después de la germinación se dio un manejo a las plántulas en el invernadero, aplicando agua corriente, se midió la altura y diámetro de sólo tres plántulas de cada variedad. Tenemos que a los 19 días después de la siembra tuvimos una diferencia en la altura de las plantulas, siendo mayor para la variedad primavera y menor para Kalunga, sin embargo ésta última se caracterizó por tener un mayor diámetro del tallo (Cuadro 5.2).

**Cuadro 5.2** Altura y diámetro promedio de plántulas de tres variedades de pepino.

Variedad	05/05/2008		12/05/2008		16/05/2008	
	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)
Primavera	3	1	5	2	12	3.1
Saber	2	1	3.5	2	10	3.1
Kalunga	1.5	1	2	2.2	7	3.5

#### 5.4 Riego.

Es muy importante mantener un nivel de humedad constante en el suelo, regando con frecuencia. Según Gil (2007), recomienda para pepino la aplicación de 1 a 4 litros x m<sup>2</sup>/día. En el presente trabajo se aplicó un volumen promedio de 2.64 litros x m<sup>2</sup>/día (Cuadro 5.3), siendo satisfactorio en el crecimiento, desarrollo y fructificación sin que mostrara síntomas de estrés hídrico.

**Cuadro 5.3** Consumo de agua (l/m<sup>2</sup>/día) de tres variedades de pepino cultivados bajo condiciones de invernadero de Mayo a Agosto, 2008.

PERIODO	16 Mayo	17 al 30 Mayo	31 Mayo al 14 Junio	15 al 21 Junio	22 Junio al 14 Agosto
Riego por día (ml/pl)	50	150	300	500	1300
No. riegos/día	1	3	3	5	8
Duración del riego (min)	1	1	2	2	2 (2min), 4 (3 min), 2 (2 min)
Riego (l/planta)	0.05	1.95	4.2	3.5	68.9
Riego (l/m <sup>2</sup> )	0.150	5.85	12.6	10.5	206.7
Riego total por planta (l)	78.6				
Riego total en el cultivo (l)	9,432				

#### 5.5 Nutrición.

El aporte de los elementos nutricionales fue a nivel de raíz con la disponibilidad de nutrimentos en el suelo, a través de la aplicación de composta antes del transplante, y por vía foliar con la aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos (Cuadro 5.4). El Universal Essence Plus Organic Liquid Fertilizer se caracteriza por contener todos los macro y micro nutrimentos, el Set flower sirve para el amarre de flor y cuajado de fruto, el Biorizmit es promotor del desarrollo radicular además que contiene microorganismos que ayudan para la adquisición de nutrientes. La respuesta del cultivo a estas aplicaciones, fueron satisfactorios en el desarrollo foliar, un sistema radicular bien desarrollado, sin embargo se tuvo un alto índice de aborto, que se puede atribuir a la falta de polinización, altas temperaturas, varietal, la aplicación de Set flower, redujo en forma considerable este índice, considerando también como fin de la etapa productiva y reducción del volumen de producción.

**Cuadro 5.4** Aplicaciones de fertilizantes foliares en el cultivo de tres variedades de pepino.

<b>Fecha</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis (ml/l agua)</b>	<b>Cantidad (l) preparada</b>
23/05/08	Universal Essence	1	12
26/05/08	Biorizmit	5	12
30/05/08	Universal Essence	1	12
6/06/08	Universal Essence	1	12
11/06/08	Biorizmit	5	12
15/06/08	Universal Essence	1.5	12
21/06/08	Universal Essence	1.5	24
30/06/08	Universal Essence	1.5	24
2/07/08	Set flower	5	12
4/07/08	Set flower	5	12
5/07/08	Universal Essence	1.5	24
7/07/08	Set flower	5	12
11/07/08	Universal Essence	1.5	24
11/07/08	Set flower	8	12
16/07/08	Universal Essence	1.5	24
16/07/08	Set flower	8	24
18/07/08	Set flower	8	24
24/07/08	Universal Essence	1.5	24
24/07/08	Set flower	8	24
30/07/08	Universal Essence	1.5	24
30/07/08	Set flower	8	24
8/08/08	Universal Essence	1.5	24
8/08/08	Set flower	5	12



## 5.6 Plagas y enfermedades.

Las aplicaciones de productos orgánicos para el control y prevención que se llevaron a cabo durante el cultivo se describen en el Cuadro 5.5. Cada uno de los productos se diluyen al momento de la aplicación.

**Cuadro 5.5.** Aplicaciones de insecticidas y repelentes orgánicos en el cultivo de tres variedades de pepino.

Fecha	Producto	Dosis (ml/l de agua)	Cantidad (l) preparada	Aplicación
29/05/08	Pironeem	5	12	Asperjar área foliar
04/06/08	Pironeem	5	12	Asperjar área foliar
09/06/08	Pironeem	8	12	Asperjar suelo, tallo y hojas
11/06/08	Pironeem	8	12	Asperjar suelo, tallo y hojas
16/06/08	Pironeem	8	12	Asperjar suelo, tallo y hojas
19/06/08	Pironeem	8	12	Asperjar suelo y base de tallo
26/06/08	Pironeem	8	12	Asperjar suelo y base de tallo
9/07/08	Pironeem + PHC Neem 13	5 + 3	24	Asperjar área foliar
23/07/08	Pironeem + PHC Neem 13	5 + 3	24	Asperjar área foliar
24/07/08	Fungus	8	12	Asperjar área foliar
30/07/08	Fungus	8	12	Asperjar área foliar
6/08/08	Fungicus PH	2g	12	Asperjar área foliar

### 5.6.1 Plagas.

- **Cochinilla** (*Armadillum vulagare*). Esta plaga de hábitos nocturnos y diurnos, ataca a los tallos de plantas jóvenes, por ser suculentas y tiernas, figura 5.2. estas van royendo la corteza y los haces vasculares, las plantas severamente atacados se acaman y muren, para detener el ataque de esta plaga se aplicó PHC neem, producto que disminuyo el ataque e incidencia, por su efecto que mató y ahuyentó a esta plaga,

aunado al crecimiento de las plantas y la lignificación de los tallos, al cual las cochinillas no siguieron atacando.



**Figura 5.3** Ataque de cochinillas, royendo el tallo de pepino

- **Picudo.** Se detecto la presencia de esta plaga ( figura 5.3.) en un número no significativo (5 durante el cultivo, en la etapa de floración, para el control y eliminación, se aplico PHC neem, de la cual el efecto se tradujo en la ausencia después de la aplicación, durante el monitoreo durante la fructificación ya no hubo presencia



**Figura 5.4** Presencia del picudo en una hoja de pepino.

- **Chicharrita** (*Empoasca sp.*). Esta plaga (Figura 5.4), se notó su presencia sólo con dos individuos, en la etapa de fructificación del cultivo. Para su control se aplicó PBC neem, no se detectó la presencia posterior a la aplicación ni su daño al cultivo.



**Figura 5.5** Plaga conocida como chicharrita

### 5.6.2 Enfermedades

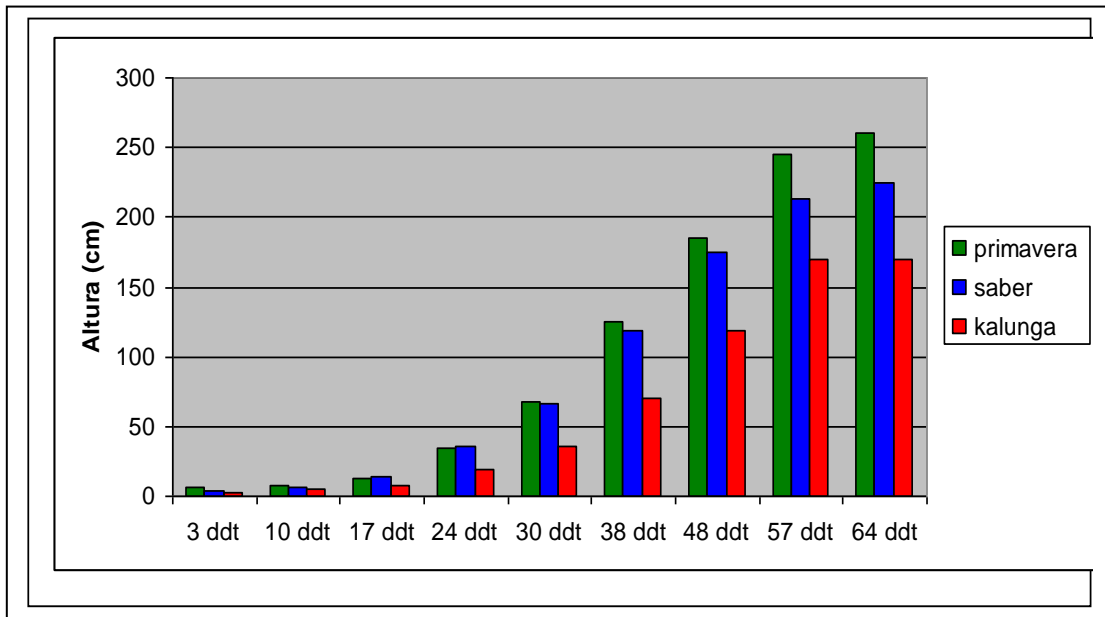
- **Cenicilla.** Esta enfermedad ataca principalmente al follaje (Figura 5.5), iniciando en la parte baja con la hojas viejas, extendiéndose de una forma muy rápida, debido principalmente a las elevadas temperaturas y una humedad alta. Los síntomas que se observan son manchas pulverulentas de color blanco en la superficie de las hojas, para prevenir y controlar la diseminación del hongo que produce esta enfermedad, se hicieron aplicaciones de Fungus producto orgánico a base de extractos de plantas, además de una poda de hojas enfermas.



**Figura 5.6** Presencia de cenicilla en hojas de pepino.

## **5.7 Crecimiento y producción.**

**5.7.1 Altura de la planta y diámetro del tallo.** La altura de la planta y el diámetro del tallo se midieron en forma semanal, se observó un mayor desarrollo de las variedades americanas Primavera y Saber, respecto a la europea Kalunga. En la Figura 5.7, se observa como el crecimiento en las tres variedades durante los primeros 10 días después del transplante fue similar, diferenciado a partir del día 17 ddt, manteniéndose estas diferencias hasta el final donde alcanzaron una altura promedio de 246 cm para primavera, 235 cm para Saber y 192 cm para Kalunga. De acuerdo al análisis de varianza se encontró que la altura y el diámetro del tallo de las plantas a los 64 ddt si existen diferencias significativas entre las variedades y son estadísticamente iguales entre los bloques (Cuadro 5.6 y 5.7). En el análisis de medias de Tukey para la altura de la planta y el diámetro del tallo las variedades saber y primavera son iguales estadísticamente y diferente la variedad kalunga, que se caracteriza por tener una menor altura pero un diámetro de tallo mayor (Cuadro 5.8 y 5.9).



**Figura 5.7.** Crecimiento de tres variedades de pepino durante 64 días después del transplante.

**Cuadro 5.6** Análisis de varianza de la altura de plantas de tres variedades de pepino cultivado bajo invernadero.

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	P
Variedades	2	8259.83	4129.91	14.12	.0024
Bloques	4	3652.34	913.08	3.12	.0799
Error	8	2339.57	292.44		
Total	14	14251.74			

**Cuadro 5.7** Análisis de varianza del diámetro del tallo de las plantas de tres variedades de pepino cultivado bajo invernadero.

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	P
Variedades	2	84.45	42.22	15.79	.0017
Bloques	4	13.80	3.45	1.29	.3505
Error	8	21.39	2.67		
Total	14	119.65			

**Cuadro 5.8** Análisis de medias por prueba de Tukey de la altura de plantas de tres variedades de pepino.

Agrupamiento Tukey	Media	N	Variedad
A	246.2	5	Primavera
A	234.67	5	Saber
B	191.67	5	Kalunga

**Cuadro 5.9** Análisis de medias por prueba de Tukey del diámetro del tallo de plantas de tres variedades de pepino.

<b>Agrupamiento Tukey</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Variedad</b>
A	16.667	5	Kalunga
B	11.667	5	Primavera
B	11.6	5	Saber

**5.7.2 Número de hojas.** El número de hojas se contó cada 15 días, presentando mayor cantidad emitida por la variedad primavera con un promedio de 36 hojas, saber con 34 y kalunga con 28 hojas por planta. El tamaño de la hoja también fue variable, Kalunga fue la variedad que mayor tamaño tuvo, seguida por primavera y saber que fueron casi iguales. De acuerdo al análisis de varianza se encontró que en el número de hojas de las plantas, no existen diferencias significativas entre las variedades y son estadísticamente iguales entre los bloques, (Cuadro 5.10)

**Cuadro 5.10** Análisis de varianza del número de hojas de tres variedades de pepino cultivadas bajo invernadero

<b>Fuente de variación</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Variedades	4	184.14	46.03	1.02	0.3997
Bloques	2	62.24	31.12	0.69	0.5035
Error	7	193.87	27.83	0.62	0.7402
Total	13	440.25			

**5.7.3 Número de frutos.** Se registró el número de frutos por planta y se obtuvo que la variedad Kalunga tiene un número promedio de 6.52 frutos por planta, la variedad Saber de 9.95, y Primavera de 9.9. En total en el experimento se cosecharon 248 frutos de la variedad Kalunga, 396 de la variedad Primavera y 398 de la variedad Saber.

**5.7.4 Rendimiento (peso fresco).** El rendimiento promedio para cada variedad fue: Kalunga con 11.879 Kg/m<sup>2</sup> (178.188 kg), Saber con 10.952 kg/m<sup>2</sup> (164.289 kg) y Primavera con 10.602 kg/m<sup>2</sup> (159.031 kg).

En el análisis estadístico nos muestra que no existen diferencias significativas entre las variedades americanas (primavera y saber) pero sí de éstas con la variedad Kalunga (Cuadro 5.11).

**5.7.5 Longitud de fruto.** La variedad europea alcanzó la mayor longitud, teniendo un significancia mayor sobre la americanas entre las cuales el rango es muy similar (Cuadro 5.11).

**5.7.6 Diámetros (apical, basal y central) de fruto.** Los diámetros medidos de los frutos cosechados, no muestran significancia estadística entre las variedades, por lo que las tres son iguales en las tres mediciones (Cuadro 5.11). Sin embargo, se observó que la variedad Kalunga se recomendaría que sea cosechada cuando ésta presente 4 a 5 cm .

**Cuadro 5.11.** Análisis de medias de rendimiento y variables medidas en fruto.

<b>Variedad</b>	<b>Peso fresco</b>	<b>Longitud</b>	<b>D.B.</b>	<b>D.C.</b>	<b>D.A.</b>
Primavera	416.29 b	22.815 b	151.3 a	5.1 a	4.9536 a
Saber	408.94 b	22.167 b	193.7 a	193.2 a	5.1035 a
Kalunga	630.94 a	30.563 a	5.3 a	5.2 a	5.1071 a

D.B.: Diámetro Basal. D.C. Diámetro Central: D.A. Diámetro Apical.

**5.7.7 Resistencia.** De acuerdo al Cuadro 5.12, la resistencia del fruto es similar la que presenta con y sin cáscara, presentando mayor resistencia en el diámetro apical y central y una menor resistencia en el diámetro apical, con una mayor firmaza la variedad primavera, como se muestra en el análisis de varianza y la pruebas de medias de Tukey, ( Cuadro 5.15 y 5.16)

**Cuadro 5.12.** Aplicación de fuerza y deformación de pepino var. Primavera (americano).

c/cáscara				s/cáscara		
Nombre	puntos de medición	Fuerza N	Deformación (mm)	puntos de medición	Fuerza N	Deformación (mm)
<b>B5P1P4F11</b>	1	43.9	4.3	1	20.9	3.3
	2	39.2	3.6	2	21.15	5
	3	39.6	5.4	3	17.1	5.5
<b>B5P2P2F11</b>	1	40.8	3.4	1	20.9	3.3
	2	43.8	3.7	2	17.9	3.9
	3	37.9	4.9	3	14.7	4.3
<b>B3P2P8F11</b>	1	48.1	4.2	1	22.5	4
	2	35.6	4.4	2	17.4	4.6
	3	29.9	4.1	3	14.3	5.2
<b>B1P1P2F5</b>	1	50.3	3.7	1	21.6	2.8
	2	42.2	3.6	2	20.2	3.9
	3	43	4.2	3	15.9	3.9
<b>B4P3P8F9</b>	1	47.1	4.1	1	23.3	3
	2	41.5	3.9	2	15.1	4
	3	34.6	3.7	3	16	5.2

**Cuadro 5.13.** Aplicación de fuerza y deformación de pepino var. Saber (americano).

c/cáscara				s/cáscara		
Nombre	puntos de medición	Fuerza N	Deformación (mm)	puntos de medición	Fuerza N	Deformación (mm)
<b>B3P1P3F10</b>	1	52	3.7	1	22.9	4
	2	50	5.6	2	20.6	3.4
	3	40.4	5.6	3	17.7	5.12
<b>B1P3P5F10</b>	1	49	3.8	1	20.5	3.7
	2	56.7	7.7	2	18.4	3.5
	3	39.8	3.7	3	18.3	6.3
<b>B2P3P5F11</b>	1	49.6	3.9	1	22.8	5
	2	47.3	4.3	2	21.2	4.2
	3	40.4	4.2	3	18.7	4.6
<b>B4P2P4F7</b>	1	33.5	3.4	1	13.8	4.3
	2	42.1	6	2	19.3	5.3
	3	33	6	3	21.4	3.6
<b>B3P1P1F6</b>	1	48	4.2	1	19.3	3.5
	2	44.2	3.7	2	19.2	3.8
	3	37.2	3.8	3	19.2	5.2



**Cuadro 5.14.** Aplicación de fuerza y deformación de pepino var. Kalunga (europeo).

Nombre	c/cáscara			puntos de medición	Fuerza N	Deformación (mm)
	puntos de medición	Fuerza N	Deformación (mm)			
B4P1P2F2	1	31.5	2.3	1	15.6	1.6
	2	29.5	2.3			
	3	33.2	3.2			
B5P3P5F4	1	30.5	2.5	1	20.8	3.1
	2	35.2	3.1			
	3	22.5	4			
B3P3P8F6	1	38.9	3	1	20.3	3.3
	2	33.4	2.7			
	3	42	5.2			
B1P2P7F3	1	40.9	3.4	1	22.6	3.6
	2	29.2	2.8			
	3	34.9	4.3			
B4P2P8F4	1	37.2	2.8	1	21.1	2.7
	2	32.4	2			
	3	32.7	3.5			

s/cáscara		
puntos de medición	Fuerza N	Deformación (mm)
1	18.31	2.9
2	23	4
3	20.6	2.5
1	16.5	4.2
2	20.3	3.3
3	21	2.7
1	21.2	4.6
2	22.6	3.6
3	19.4	3.6
1	17.5	5.6
2	21.1	2.7
3	19.1	3.5
1	20.8	5.4

**Cuadro 5.15** Análisis de varianza de resistencia y deformación de frutos de tres variedades de pepino cultivadas bajo invernadero

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	P
Variedades	2	318.28	159.14	4.18	.018
Bloques	4	542.60	135.65	3.57	.010
Tratamientos	1	128.83	128.83	3.39	.069
Error	2	15.22	7.61	.20	.819
Total	9	904.93			

**Cuadro 5.16** Análisis de medias por prueba de Tukey de resistencia y deformación de frutos de tres variedades de pepino.

Agrupamiento Tukey	Media	N	Variedad
A	7.787	30	Primavera
BA	4.504	30	Saber
B	3.470	30	kalunga

**5.7.8 Cosecha.** La cosecha se inicio el día 26 de junio de 2008, para las variedades americanas Saber y Primavera (a los 58 dds) y el 1 de julio para la variedad europea Kalunga (a los 63 dds). Los pepinos se cosechan en diversos estados de desarrollo. El período entre floración y cosecha puede ser de 55 a 60 días, dependiendo del cultivar y de la temperatura. Generalmente, los frutos se cosechan en un estado ligeramente inmaduro, próximos a su tamaño final, pero antes de que las semillas completen su crecimiento y se endurezcan. La firmeza y el brillo externo son también indicadores del estado prematuro deseado. En el estado apropiado de cosecha un material gelatinoso comienza a formarse en la cavidad que aloja a las semillas La calidad del pepino de mesa o para rebanar se basa principalmente en la uniformidad de forma, en la firmeza y en el color verde oscuro de la piel. Otros indicadores de calidad son el tamaño y la ausencia de defectos de crecimiento o manejo, pudriciones y amarillamiento ( Citado por Mercado, S. E. UAQ), parámetros que se observó y que si alcanzó el fruto, como de muestra en la tabla 5.5.

## VI. CONCLUSIONES

El manejo orgánico del cultivo del pepino, se puede establecer sin el uso de agroquímicos, con un calendario de aplicaciones de productos orgánicos, en forma preventiva y de control, monitoreando en forma continua plagas y enfermedades.

El rendimiento de la variedad Kalunga fue mayor por unidad de superficie, respecto de Primavera y Saber, sin embargo, el consumo de este producto es incipiente en la población, debido al poco conocimiento que se tiene y a la falta de difusión, así como a su explotación comercial, lo que hace que sea poco o nada demandado por los consumidores.

La cosecha no se establece en fechas específicas, esta se realiza diariamente, de acuerdo al índice de madurez que presenta el fruto, los cuales son:

Variedad kalunga cuando tenga una longitud de 35 a 40 cm, un diámetro de 4 a 5cm, un peso de 500 a 650 gr, color verde fuerte , la desaparición de comisuras longitudinales, debe ser uniforme. Esta variedad no presenta espinas, es liso, y se consume con cáscara o epidermis.

En la variedad Primavera, debe tener una longitud de 20 a 25 cm, un diámetro de 5 a 6 cm, un peso de 300 a 400 gr, de color verde intenso, ligeramente sin espinas, fruto uniforme y estado inmaduro, sin presentar amarillamiento.

La variedad Saber es un fruto tipo cónico en su extremo basal, se cosecha cuando alcanza una longitud de 20 a 25 cm y un peso de 300 a 400 gr, un diámetro 5 a 6 cm, de verde intenso, ligeramente sin espinas, que cuando se cosecha en madurez fisiológica avanzada, adquiere un sabor amargo.

## LITERATURA CITADA

- Andaluz, P. J. A. revista Correo, Diario de todos 2007.
- Andreas, K. 2002. Good Agriculture Practices (GAPs). Curso sobre inocuidad alimentaria USA.
- Anónimo. 2002. Manual agropecuario. Biblioteca del Campo (2002) vol. 1. Fundación Hogares Juveniles Campesinos, Bogotá Colombia.
- Cano, Z. J.J. 2005. Agroproductos y Servicios Orgánicos de Uruapan. Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería.
- Edwards, M. D., R.L. Lower y J.E. Staub. 1986. Influence of seed harvesting and handling procedures on germination of cucumber seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111:507-512.
- Gil, V. I. El cultivo del pepino (*Cucumis sativus*, L.). Miranda, V. I., Gil, V. I., Bastida, T. A., Reyes, R. D., Hernández, O. J., Morales, P. J., Flores, E. G. 2007. Manejo de cultivos hidropónicos bajo invernadero. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Preparatoria Agrícola. Chapingo, Estado de México.
- Gómez, B. J. 2001. Producción hortícola bajo invernadero en el Bajío. Informe especial: cierre de temporada 1999-2000. Rev. Hortalizas, frutas y flores, 28: 23-27.
- Gómez, T. L., Gómez, C. M.A. y Schwentesius, R.R. Productos Orgánicos, Propuesta de Política de Apoyo para la Agricultura Orgánica en Mexico. 2004, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Gray, D. 1979. the germination response to temperature of carrot seeds from different umbels and times of harvest of the seed crop. Seed Sci. technol, 7: 169-178.
- Gostincar i Turon, Janez, y Yuste Perez, María de la Paz, Eds. 1998. Biblioteca de la Agricultura, 2ª Edición. Idea Books, Barcelona, España.
- Infoagro.com/hortalizas/pepino.htm. 2008
- Lampkin, N. 1998. Agricultura ecológica. Editorial Mundi-prensa.
- Lisch, E., Montenbault, P. 1994. guía para el cuidado del huerto de la rotación de cultivos a la recogida. Susea, Madrid, España. 154 p.
- Manuales para educación agropecuaria, SEP. 2003

- Márquez, H. C., Cano, R. P., Chew, M. Y. I., Moreno R. A., Rodríguez, D. N. 2006. Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero, pp. 183-188. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Miguez, S. 2005. Los efectos de los agroquímicos y otros contaminantes en la salud. [www.ecoportel.net](http://www.ecoportel.net) .
- Montoya, M. I., Brindis, J. G. G. 2001. 25 mil hectáreas de cultivo bajo invernadero. Informe especial: cierre de temporada 1999-2001. Rev. Hortalizas, frutas y flores, 28: 14-20.
- Nienhuis, J y R. L. Lower, 1981. the effects of fermentation and on germination of cucumber seeds at optimal and suboptimal temperatures. Cucurbit Genet. Coop,rpt.4:13-15.
- Snyder, F. W. 1974. maturity effects on fruits characteristics, germination and emergence of sugarbeet. J. Amer. Soc. Sugar Beet Technol. 18: 87-95.
- Schwentesius, R. R., Gómez C. M. A., Blas, B. H., México Orgánico. Experiencias, Reflexiones, Propuestas. Universidad Autónoma de Chapingo, 2007
- 2000 Agro, Revista Técnico Ambiental, Teorema Ambiental, [www.expoforestal.com](http://www.expoforestal.com) de Ciencia y Tecnología.

## ANEXO 1

**Cuadro 1.** Análisis fisicoquímico del suelo del invernadero.

	<b>Valor</b>
p.H.	7.9
C.E. (dS/m)	1.0
N-NO <sub>3</sub>	110

El contenido de Nitrógeno del suelo en unidades de ppm se obtuvo de la siguiente manera:

Contenido de N en forma de NO<sub>3</sub>, se suman su números atómicos:

$$\begin{aligned} \text{N} & \text{---} 14 \times 1 = 14 \\ \text{O} & \text{----} 16 \times 3 = 48 \text{_____} \\ & = 62 \quad \text{de donde:} \end{aligned}$$

Por una regla de tres simple se obtiene la ppm de cada elemento, en este caso del N que es que interesa:

$$\begin{array}{l} 62 \text{ -----} 14 \\ 110 \text{ -----} x \end{array} \quad ; \quad (110 \times 14)/62 = 24.88 \text{ ppm}$$

**Cuadro 2. Análisis fisicoquímico de la composta orgánica Montenegro.**



**Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del INIFAP**

Nº 2094 FE

**ANÁLISIS DE FERTILIZANTES**

INFORMACIÓN GENERAL	
No de registro: FE-2149 Fecha de recepción: 23/04/2008 Fecha de entrega: 08/05/2008 Identificación : Composta UAQ	Usuario: Universidad Autónoma de Querétaro Municipio: Querétaro Estado: Querétaro Factura:

Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap

ANÁLISIS DE CONCENTRACION DE NUTRIMENTOS			
Macronutrientes	UNIDADES	RESULTADO	METODO UTILIZADO
Nitrógeno Total	%	1.00	Micro Kjeldahl
Nitrógeno (como N-NO <sub>3</sub> )	%	0.80	Nitración del Acido Salicilico
Nitrógeno (como N-NH <sub>4</sub> )	%	0.20	Formaldehido. Volumétrico
Fósforo (como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	0.73	Espectrofotometría
Potasio (como K <sub>2</sub> O)	%	1.81	Absorción Atómica
Relación C/N		13.83	Calculado
Elementos secundarios			
Calcio	%	5.83	Emisión Atómica (ICP)
Magnesio	%	0.25	Emisión Atómica (ICP)
Azufre	%	0.81	Emisión Atómica (ICP)
Sodio	%	0.37	Emisión Atómica (ICP)
Micronutrientes			
Hierro	ppm	1602	Emisión Atómica (ICP)
Cobre	ppm	0.00	Emisión Atómica (ICP)
Manganeso	ppm	150	Emisión Atómica (ICP)
Cinc	ppm	98.3	Emisión Atómica (ICP)
Boro	ppm	16.6	Emisión Atómica (ICP)
Otros			
Cloro	%	1.01	Volumetría con AgNO <sub>3</sub>
pH		7.79	Potenciométrico. Directo
Conductividad Eléctrica	dS/m	35.091	Conductímetro. Directo
Humedad	%	47.44	Gravimetría 105°C
Cenizas	%	27.39	Calcinción a 600°C
Materia Orgánica	%	25.17	Calculado
Capacidad de Interc. Catiónico	meq/100g	75.3	Por Suma de Cationes extraidos en NH <sub>4</sub> Ac

La concentración que se reporta es la total de los elementos presentes en la muestra tal como se recibe.  
nd= no determinado

Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap

COMENTARIOS	ATENTAMENTE
Densidad Aparente: 0.676 g/cm <sup>3</sup> Capacidad de Campo: 127 % Punto de Marchitez Permanente: 66.5 %	 DR. JOSÉ LUIS AGUILAR ACUÑA RESPONSABLE DEL LABORATORIO

**Cuadro 3.** Análisis fisicoquímico del fertilizante líquido Universal Essence Plus.

<b>Elemento presente</b>	<b>Resultados</b>
Nitrógeno total (CNS 8449)	5.4%
Fósforo soluble en agua (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (CNS8450)	5.1%
Potasio soluble en agua (K <sub>2</sub> O) (CNS 8451)	6.8%
Óxido de magnesio soluble en agua (W-MgO) (CNS12573)	2.9%
Manganeso soluble en agua (W-Mn) (CNS 11463-2)	0.61%
Boro soluble en agua (W-B) (CNS12968)	0.40%
Cloruro de sodio (NaCl) (CNS14643)	0.02%
Materia orgánica (Base seca) (CNS13027)	58.5%
Ácido tiociánico (CNS 3080)	0.001%
Ácido sulfamínico (CNS 13278)	0.001%
Ácido nitroso (CNS 12966)	0.001%
Nitrógeno biuret (CNS 12965)	0.00 %
Arsénico (CNS 12954)	0.001%
Cadmio (CNS 12955)	0.00001%
Nikel (CNS 13029)	0.001%
Titanio (CNS 13031)	0.001%
Cromo (CNS 13030)	0.001%