

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



**Respuesta del Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.) a Cuatro
Sustratos Orgánicos Bajo Invernadero**

POR

FRANCO ISIDRO JERÓNIMO

TESIS

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

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

BUENAVISTA SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DEL 2005

INTRODUCCIÓN

México ha tenido un gran incremento demográfico el cual ha ocasionado entre otros resultados, que los mexicanos dispongan en promedio de menos tierra cultivable. Esta circunstancia nos debe estimular a incrementar la eficiencia productiva aprovechando mejor los productos orgánicos que se derivan directamente e indirectamente del sector agropecuario. De esta manera, lo que antes se consideraba desechos ahora debe valorarse como materia prima para su aprovechamiento alimentario o industrial (Monroy,1981; et al). 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.

Los elevados precios que han alcanzado las unidades fertilizantes en los últimos años, exige una mayor atención de esta técnica para lograr al máximo aprovechamiento de la misma. Para ello es necesario un mejor conocimiento de los cultivos, de sus necesidades y de las formas y épocas en que se producen, así como de los suelos en donde se desarrollan y la capacidad de los mismos para satisfacer estas necesidades. Hoy existen una serie de técnicas que permiten un mejor diagnóstico y, en general, una utilización más eficaz y económica de los fertilizantes orgánicos.

Sin embargo aun concientes de su importancia, no podemos considerar los fertilizantes orgánicos mas 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. Se debe tener presente que el buen uso de los fertilizantes orgánicos esta vinculado a unas buenas practicas del cultivo, al empleo de las mejores variedades, al agua, a la defensa de las plantas contra las plagas y las enfermedades y las malas hierbas y, en general, a cualquier factor que limita la producción.

Solo prestando la atención debida a todos y a cada uno de los factores limitantes podremos llegar a alcanzar niveles cada vez mas altos de producción, que no se deberá exclusivamente al uso de los abonos orgánicos, sino al conjunto de modernas técnicas de cultivo (Domínguez ,1978). De esta manera obteniendo respuesta de algunos componentes productivos de los cultivos por el suministro de sustratos orgánicos solos o con fertilización química se conocerán los niveles de producción de los mismos.

OBJETIVO

- Evaluar la respuesta del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) a la aplicación de sustratos orgánicos bajo invernadero.
- Evaluar el comportamiento del cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) al aplicar conjuntamente sustratos orgánicos y fertilizantes químicos.

HIPOTESIS

- Se asume que la respuesta de productividad del cultivo de pepino es diferente cuando se abona con sustratos orgánicos comparada con la combinación de los abonos orgánicos y químicos.

REVISIÓN DE LITERATURA

Agricultura orgánica

La agricultura orgánica en México ha mostrado que, a pesar de ser el subsector agrícola mas pequeño, es el mas dinámico en el ámbito nacional, pues en plena crisis económica ha aumentado su superficie en 134 % al pasar de 23,273 ha en 1996 a 54,457 en 1998, a la vez ha crecido en forma impresionante en diversidad de productos y en zonas de producción campesina, y han generado mas empleo por hectárea, mayor equidad en el reparto de los ingresos y mas divisas que los sistemas convencionales de producción. Además de ser una agricultura que se identifica con las practicas tradicionales de los productores mayoritarios, logrando efectos multiplicadores y dinamizadores en la economía rural del país (Gomez, 1999; et al).

La agricultura orgánica no es simplemente una postura en contra del uso de sustancias químicas o a favor de un retorno a las viejas tradiciones agrícolas (Schnitman, et al ; 1992).

Labrador (1996),menciona que el uso de los materiales orgánicos como fertilizante ha estado unido a la actividad agrícola desde sus orígenes, y su empleo esta relacionado directamente, desde una perspectiva histórica. El progreso de las estructuras agrarias y los avances tecnológicos, dieron paso a una serie de mejoras cuantitativas en la producción, sin embargo, han sido en buena medida causa de la perdida, a menudo irreversible, de la capacidad de autorregulación mantenida durante milenios entre el ser humano y su medio agrícola.

La magnitud de las consecuencias se ha puesto de manifiesto sobre todo los componentes del agrosistema, incidiendo de manera alarmante sobre el medio edáfico fundamentalmente en agroecosistemas mediterráneos y en especial sobre sus componentes.

Una alternativa para tratar de evitar lo anterior es el de utilizar fertilizantes orgánicos por medio de lombricompostas, esta circunstancia nos debe estimular a incrementar la eficiencia productiva y con ello aprovechar mejor los residuos orgánicos que se derivan directa e indirectamente del sector agropecuario. Siendo entonces el papel de la materia orgánica imprescindible para enriquecer la vida biológica y mantener una tierra sana, productiva y fértil.

Sustratos

Burés (1997), menciona que en horticultura, un sustrato es en general cualquier medio que se utilice para el cultivo en plantas en contenedor, entendiéndose por contenedor cualquier recipiente que tenga una altura limitada (sus dimensiones pueden variar desde una maceta para semilleros hasta un campo de fútbol, o incluso mayor, mientras exista una restricción de altura) y su base se halle a presión atmosférica (es decir, exista un drenaje libre). Recientemente se ha tenido que denominar al sustrato “medio de cultivo”, por analogía con la denominación anglosajona “growing médium”.

Ansorena (1994) menciona que el suelo es el medio de cultivo universal para el crecimiento vegetal, aunque en las plantas cultivadas en maceta o contenedor ha sido progresivamente sustituido por sustratos con proporción mayoritaria de componentes orgánicos. Normalmente se denomina maceta a un recipiente de corta duración, mientras que para el nombre de contenedor para designar recipientes en que la planta va a permanecer durante largo tiempo. Además de servir de soporte o anclaje a la planta, el medio de cultivo tiene que suministrar en las raíces unas cantidades equilibradas de aire, agua y nutrientes minerales.

Si las proporciones de los elementos aire, agua y nutrientes minerales no son adecuadas el crecimiento de la planta podría verse afectado por:

- a) Asfixia debido a la falta de oxígeno que impide la respiración de las raíces y de los organismos vivos que habitan en el suelo.
- b) Deshidratación por falta de agua que puede llegar a producir la muerte completa de la planta.
- c) Exceso o carencia de nutrientes minerales, o desequilibrio entre sus concentraciones, que limitan el crecimiento de las plantas.
- d) Enfermedades producidas indirectamente por las causas anteriores, al volverse las plantas mas susceptibles al ataque.

Características de un buen sustrato *

El sustrato juega un papel importante en las condiciones químicas , físicas y biológicas de los suelos, con la que, los sustratos deber tener las siguientes características:

a) Propiedades físicas:

- a) Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible
- b) Suficiente suministro de aire.
- c) Distribución del tamaño de las partículas.
- d) Baja densidad aparente
- e) Elevada porosidad.
- f) Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio).

b) Propiedades químicas:

- a) Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico.
- b) Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- c) Baja salinidad.
- d) Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- e) Mínima velocidad de descomposición.

c) Otras propiedades:

- a) Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- b) Reproductividad y disponibilidad
- c) Bajo costo
- d) Fácil de mezclar.
- e) Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- f) Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.

* <http://usuarios.lycos.es/Theo/id114.htm>

Tipos de sustratos *

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc.

Según sus propiedades químicas

a) Sustratos químicamente inertes:

Actúan como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante (Arena granítica, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, etc.)

b) Sustratos químicamente activos:

Sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización (Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc.)

Según el origen de los materiales

Materiales orgánicos

a) De síntesis:

Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química. Son subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría estos materiales se deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, aserrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.).

b) De origen natural:

Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica (turbas).

Materiales inorgánicos o minerales.

a) De origen natural:

Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).

b) Transformados o tratados:

A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos, que modifican notablemente las características de los materiales de partida (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.).

c) Residuos y subproductos industriales:

Comprende los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, etc.).

* http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos3.asp

LOMBRICOMPOSTA

Comúnmente conocida como humus o vermicomposta. La lombricomposta corresponde a las deyecciones de lombrices . Es un material orgánico muy complejo y de color negro o pardo oscuro en estado coloidal que queda en el suelo. El humus es un componente muy valioso del suelo que aumenta la capacidad de retención del agua disponible, gracias a que su capacidad de intercambio cationico es muy elevada y reduce el lavado de nutrientes (Simpson, 1991).

Torres (2004) menciona que el lombrihumus es un abono rico en hormonas, sustancia producida por el metabolismo secundario de las bacterias, las cuales estimulan el procesos biológico de la planta. Estos agentes reguladores de crecimiento de la planta son:

a) Auxinas:

Provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración, la cantidad y la dimensión de los frutos.

b) Giberelinas:

Favorece el desarrollo de las flores, la germinación de las semillas y aumenta la dimensión de algunos frutos.

c) Citoquininas:

Retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos.

El lombrihumus cumple un papel importante al corregir y mejorar las condiciones químicas, físicas y biológicas de los suelos, con la que influyen de la siguiente manera:

- a) Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre.
- b) Incrementa la eficiencia de fertilización, en especial el nitrógeno.
- c) Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón.
- d) Inactiva residuos de plaguicidas por su capacidad de absorción.
- e) Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.
- f) Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos, mejora las características químicas del suelo.
- g) Mejora la estructura al darles soltura a los suelos pesados y compactos y liga los suelos sueltos y arenosos; por consiguiente mejora su porosidad.
- h) Mejora la permeabilidad y la ventilación.
- i) Reduce la erosión del suelo.
- j) Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- k) Confiere un color oscuro al suelo y ayuda a la retención de energía calorífica.
- l) Permite aumentar la capacidad de retención y disponibilidad de nutrientes y agua, utilizados por las plantas, debido a que tiene una gran capacidad de intercambio de cationes (Fluctúa entre 150 y 350 meq./100 gr.).
- m) El lombrihumus es fuente de energía, la cual incentiva la actividad microbiana.
- n) Al existir unas condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.

Composición química

La composición y calidad de la lombricomposta está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz. Un manejo adecuado de los desechos, una mezcla bien balanceada, permite obtener un material de excelente calidad. La cantidad de nutrientes contenidos en la lombricomposta es muy variable (Martínez, 1999). En el cuadro siguiente se indican algunos de los nutrientes en porcentajes determinados en la lombricomposta de la vaca lechera.

Cuadro 1 : Porcentaje de elementos por 100 g de peso seco de humus de lombriz.

Parámetro	Contenido
N	0.8 – 2.0%
P ₂ O ₅	0.5 – 0.7%
K ₂ O	0.3 – 0.6%
CaO	3.6 – 4.4%
MgO	0.4 – 0.5%
Cu	50 – 60 ppm
Zn	150 – 170 ppm
Mn	500 – 550 ppm
M. O	30 – 45%
Relación C/N	10 – 12%
Humedad	45 – 55%
Ac. Fúlvicos	6 %
Ac. Húmicos	20%
pH	6.8 – 7.8

Fuente: Reines et al, 1998; citado por Alanis,2003

Composición microbiológica

La característica mas importante de la lombricomposta es su alta carga microbiana (Cuadro 2), la cual hace ubicarla como un excelente material regenerador de suelos. Esto ha sido demostrado con aplicaciones a suelos erosionados y con bajos contenidos de materia orgánica, consecuencia de la aplicación de agroquímicos, observándose en ellos una extraordinaria proliferación de la flora bacteriana.

Cuadro 2 . Cantidad de microorganismos por gramo seco de lombricomposta

Muestra	Hongos	Bacterias	Actinomicetos
1	23.1×10^3	21.0×10^5	59.3×10^3
2	18.7×10^3	7.2×10^6	12.7×10^3
3	22.4×10^2	21.1×10^5	16.4×10^3
4	13.5×10^3	68.1×10^5	69.6×10^3

Fuente: Martínez, C. 1999

Sustancias húmicas

Las sustancias húmicas equivalen al producto final del proceso de descomposición que sufren los desechos orgánicos con o sin lombrices, razón por la cual es alto el contenido de estas sustancias en la lombricomposta, lo que facilita a la planta una mejor absorción de nutrimentos asimilables. También se asocia la presencia de estas sustancias húmicas con la actividad enzimática, además de que aportan una amplia gama de sustancias fitorreguladoras del crecimiento de la planta (Martínez, 1999).

Acidez

La lombricomposta tiene un pH prácticamente neutro, con valores que oscilan entre 6.8 y 7.2, característica que le permite ser aplicada en contacto directo con la semilla, sin causarle daño, sino al contrario creando un medio desfavorable para ciertos microorganismos patógenos y favorable para el desarrollo de las plantas, de ahí el interés en ser aplicado en cultivos susceptibles a ciertas enfermedades de la raíz principalmente (Martínez, 1999).

Características físicas

Martínez (1999), menciona que la lombricomposta tiene un color que varía entre el negro, café oscuro y gris, dependiendo del desecho reciclado; no tiene olor y es granulada.

SUSTRATOS ORGANICOS; PARTICULARIDADES

SUELO

La palabra suelos proviene de Latín *Solúm* , que significa, piso o superficie de la tierra. El suelo, en su significado tradicional, se considera como el medio natural para el desarrollo de las plantas y esta limitado en profundidad hasta donde penetran las raíces (Ortiz , 1987; et al).

Tamhane (1983), menciona que el suelo es un medio natural para el desarrollo de las plantas el cual consta de cuatro componentes principales : materia mineral , materia orgánica , aire del suelo y agua del suelo.

CELULOSA

Aguilera (1996), citado por Martínez (1998), indica que la celulosa es un material que es derivado de la industria elaboradora de papel, el cual es obtenido de los procesos a partir de la fibra celulósica, es considerado como un desperdicio y no tiene utilidad.

Castellanos (1996), citado por Martínez (1998), encontró que la celulosa no es factible utilizarla como medio de crecimiento para plantas de girasol, porque inhibe el crecimiento de las mismas. Sin embargo, señala que puede ser utilizada como medio de germinación.

COMPOSTA *

El compost o composta, es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque. Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces.

El compost cumple un papel importante al corregir y mejorar las condiciones químicas, físicas y biológicas de los suelos, con la que influyen de la siguiente manera:

- a) Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los plantones.
- b) Aumenta notablemente el porte de las plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad.
- c) Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad.
- d) Se puede usar sin inconvenientes en estado puro, y se encuentra libre de nematodos.
- e) Favorece la formación de micorrizas, pequeños hongos que actúan en las raíces en simbiosis mutualista con las plantas.
- f) Por su acción antibiótica, aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.

- g) El PH neutro del compost lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas.
- h) Aporta y contribuye al mantenimiento y desarrollo de la micro flora y micro fauna del suelo.
- i) Favorece la absorción radicular.
- j) Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta.
- k) Transmite directamente del terreno a la planta, hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- l) Aporta nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- m) Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.
- n) Neutraliza eventuales presencias contaminadoras, (herbicidas, esteres fosforitos).
- o) Evita y combate la clorosis ferrica.
- p) Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
- q) Mejora las características químicas del suelo y la calidad y las propiedad biológicas de los productos del agro.
- r) Aumenta la resistencia a las heladas y la retención hídrica, disminuyendo el consumo de agua en los cultivos.

* <http://www.tierravivadezapata.com/productos.htm>

DEYECCIONES DE LOMBRIZ DE LA PULPA DEL BENEFICIO HUMEDO DEL CAFÉ (DLPC)

Aranda (1992), citado por Ibarra (1997), menciona que durante el beneficio húmedo del fruto de café se elimina una cubierta externa, en el proceso conocido como despulpe. En términos generales, ésta cubierta representa el 40 % del peso fresco del grano y el 27 % del peso seco del mismo.

Monterrosa (1993), citado por Ibarra (1997), menciona que desde el punto de vista ambiental, uno de los problemas mas serios de contaminación en los países productores de café, se origina en los desechos del proceso del beneficio húmedo del grano; ya que al ser arrojado directamente a los ríos, rápidamente entra en fermentación, inutilizando las aguas, también se constituye como un foco infeccioso, al servir como criadero de moscas cuando se deja amontonada por periodos prolongados, sin ningún tipo de tratamiento.

Como una alternativa de solución ecológica al citado problema, el vermicomposteo o lombricomposteo es el proceso biológico que acelera la transformación y la estabilización de un sustrato orgánico mediante la cría de lombrices de tierra, que con su natural metabolismo transforman las substancias orgánicas en substancias fertilizantes y productoras de humus de excepcional valor en termino de sus propiedades para el crecimiento de las plantas.

García (1996), citado por Ibarra (1997), reporta que esta composta, resultado de las excretas producto de la digestión de las lombrices, es inodora, de estructura granulosa obscura casi negra y con apariencia de uniformidad, ligereza y porosidad, que son características de suelos ricos en materia orgánica. Parte de las bondades de éste proceso es también el de la conversión de nitrógeno y fósforo orgánico a formas asimilables para las plantas, la estimulación a la descomposición microbiana y al incremento de las bacterias fijadoras de nitrógeno.

En términos generales, las perspectivas de esta línea de investigación y alternativa de uso de lombrices, puede incidir en la solución de problemas de contaminación de aguas y tierras útiles por la pulpa, en la obtención de compostas de mejor calidad para su uso como sustratos en la producción de plántulas, semilleros y viveros, la utilización de los beneficios en los periodos inactivos e incluso el múltiple aprovechamiento que la literatura reporta para las lombrices, en especial para *Eisenia foética* (Sabine, 1983; Lofsholmin, 1985 y Hartenstein, 1986), citado por Ibarra (1997),

GENERALIDADES DEL CULTIVO DE PEPINO

ORIGEN E HISTORIA

El pepino es nativo de Asia y África siendo utilizado para la alimentación humana hace por lo menos 3,000 años (Vavilov, 1951), citado por Valadez (1998).

Fue introducido en China en el año 100 a. de c., y posteriormente Francia en el siglo IX. En Inglaterra era común en 1327, siendo llevado después a Estados Unidos (Whitaker y Davis, 1962), citado por Valadez (1998).

IMPORTANCIA DEL CULTIVO

El pepino es uno de las hortalizas mas importantes que se cultivan en México, tanto en superficie como en producción obtenida, dando lugar a captación de divisas, fuente de trabajo y a un desarrollo sostenido a otras ramas de la actividad económica.

En México se reporta una superficie sembrada de mas de 12,500 ha distribuidas en mas de 10 estados productores (Ver la tabla siguiente):

Cuadro 3. Superficie sembrada y rendimiento promedio del cultivo de pepino por estado.

Estado	Superficie (ha)	Rendimiento Promedio (Ton/ha)
Sinaloa	6,500	30.4
Michoacán	1,982	17.0
Morelos	1,299	10.3
Sonora	599	10.9
Guanajuato	366	10.0
Puebla	353	12.5
Estado de México	310	10.2
Guerrero	255	20.3
Tamaulipas	200	9.5
Jalisco	177	12.0
Otros	393	14.2

Fuente: SARH (1985); Citado por Valadez, 1998.

MORFOLOGIA Y TAXONOMIA

Familia: Cucurbitaceae.

Nombre científico: Cucumis sativus L.

Planta: herbácea anual.

Según Tamaro (1921) la morfología de la planta del Pepino es como sigue:

Hoja: Son acorazonadas, alternas, pero opuestas a los zarcillos, de color verde oscuro y recubierto con un vello muy fino.

Flor: Las flores son amarillas, masculinas y femeninas separados sobre la misma planta. Las flores masculinas tienen el cáliz acampanado con cinco dientes, acuminados en forma de lezna; corola adherente al cáliz, en forma de campana, venosa, arrugada y con cinco divisiones, el disco central es trígono, truncado, cubierto por los estambres, que son en número de tres. Las flores femeninas tienen la corola y el cáliz como las masculinas; tres filamentos estériles, un estilo y tres estigmas bifidos.

Fruto: Son oblongos (alargados), ásperos y verrugosos, viran desde un color verde claro pasando por un verde oscuro. En la madurez se vuelven amarillos. Presentan semillas algo más pequeñas que las del Melón, aplastadas, blanco amarillentas, ovaladas y alargadas, repartidos a lo largo del fruto.

Tallo: Son hispídeos, angulosos, más gruesos que los del Melón y trepadores.

Sistema Radicular: La raíz principal puede llegar hasta 1.10 metros de profundidad y medir hasta 65 centímetros lateralmente, encontrándose la mayor concentración de raíces entre los 25 y 30 centímetros (Weaver y Bruner, 1927; citado por Valadez, 1998). De acuerdo con lo anterior, puede decirse que esta hortaliza posee un sistema de raíces muy compacto, con lo cual aumenta sus requerimientos de humedad en comparación con los demás cucurbitáceas.

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Clima: El pepino es una planta de clima templado a frío. Requiere menos calor que el Melón, pero le perjudica el frío excesivo y la humedad (Tiscornia, 1983).

Temperatura: Powell (1975), citado por Pacas (2002) menciona que el pepino requiere de una temperatura de suelo de al menos 12° C para la germinación. La tasa de crecimiento en el cultivo se incrementa si la temperatura aumenta a 25° C. Según Serrano (1979), citado por Pacas (2002), los requerimientos de temperatura del pepino son las que se muestran en la cuadro 4

Cuadro 4. Temperaturas críticas para el desarrollo del cultivo de pepino.

Mínima letal.....	-1° C
Detiene su desarrollo.....	10 a 12 ° C
Germinación mínima.....	12° C
Germinación optima	30° C
Germinación máxima.....	35° C
Desarrollo optimo durante el día.....	20 a 25° C
Desarrollo optimo durante la noche.....	18 a 22° C
Suelo mínima	12° C
Suelo optima.....	18 a 22° C

Riego: Comienza inmediatamente después de la siembra con el fin de asegurar la germinación normal de las semillas, después que empieza la floración y la fructificación, los riegos deben efectuarse cada 3 a 4 días, pero con poco agua.

Fotoperiodo: En varios trabajos se reporta que fotoperiodo largo (mayor de 12 horas luz) y altas temperaturas producen flores masculinas y bajas condiciones de fotoperiodo corto resultan mas flores femeninas (Thompson y Kelly,1959; Whitaker y Davis, 1962; Yamaguchi, 1983), Citado por Valadez,1998. También se reporta que con aplicaciones de biorregulador Etefón, aumenta el porcentaje de flores femeninas.

Suelo: El Cultivo de Pepino se adapta a cualquier tipo de suelo, prefiriendo los franco arenosos con buen contenido de Materia Orgánica y drenaje (Valadez, 1998).

PH: En cuanto al pH, esta clasificado como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, manifestándose en un rango de pH de 6.8 a 5.5 (Richards,1954; Maas, 1984), Citado por Valadez (1998).

Salinidad: El pepino esta considerado como medianamente tolerante, con valores de 3,840 a 2,560 ppm. (6 a 4 mmhos /cm) (Richard, 1954; Mas, 1984), Citado por Adame, 2001.

Humedad: Es la planta mas exigente de las cucurbitáceas con respecto a la humedad del suelo (70 a 80 % de la capacidad de campo) y del aire (80 a 90 %), debido a que sistema radical es muy ramificado, superficial y poco desarrollado, por lo que le cuesta mas trabajo tomar los nutrimentos del suelo (Bonner, 1976 y Armas et al., 1988).

TIPOS Y CULTIVARES DEL CULTIVO

Se conoce principalmente dos tipos de pepino: en fresco (color verde oscuro) y pepinillo (color verde claro). En el primero los frutos deben de tener un peso promedio de 300 gr., siendo para pepinillo de 60 gr.

Cuadro 5. Algunos de las cultivares de pepino en fresco y pepinillo se pueden citar los siguientes:

PEPINO FRESCO	PEPINILLO
Ashley	Ohio MR-17
Poinsett 76	Store
Sprint	Premier
Jet-Set	Explorer
Marketer	Pionner
Palomar	MR-58
Tamor	Carolina

Fuente:ASGROW (1984), Citado por Valadez (1998)

Una forma fácil de distinguir si un cultivar (Cv.) de pepino se destinará para consumo en fresco o para la industria (Pepinillo), es que los primeros, por lo general, tienen espinas blancas y conservan su color mas tiempo que el pepinillo, las espinas de este ultimo son de color negro y para mantener su color verde necesita estar en vinagre (Valadez, 1998).

LABORES CULTURALES

Siembra y plantación: Puede realizarse siembra directa sobre al suelo o llevar las semillas al semillero en caso de que hubiera peligro de pérdidas de nacencia por las condiciones ambientales o por la presencia de topes, ratones, pájaros u otros (Pacas, 2002).

Tutorado: En la producción de pepino se puede emplear el estado o sistema de plantas tutoradas, que tienen las siguientes ventajas, (Parsons, 1997).

- a) Los frutos no quedan en el suelo, por lo que no son dañados por la humedad de la tierra o por los insectos del suelo.
- b) Se obtienen frutos de mejor calidad con menos deformaciones.
- c) Se pueden cultivar variedades de ciclo vegetativo más prolongado. Se facilita un mejor control sanitario.
- d) Se facilita la recolección manual de los frutos.
- e) En el cultivo de pepino se utiliza un sistema colgante de los alambres horizontales entre los postes para cada planta.
- f) Cuando las plantas tienen unas cinco hojas se guían alrededor del alambre.

Destallado: En pepino “tipo Almería” se suprimirán todos los brotes laterales para dejar la planta a un solo tallo. Para los restantes tipos de pepino la poda es muy similar, aunque no se eliminan los brotes laterales, sino que se despuntan por encima de la segunda hoja (Pacas, 2002).

Poda: La poda sirve para evitar un excesivo crecimiento vegetativo en detrimento de la producción de frutos. La poda en el Pepino es como sigue:

Cuando el pepino alcanza unos 25 cm de altura, se comienza a eliminar los tallos laterales hasta que la planta llegue a una altura de 50 cm.

De 50 a 120 cm se podan los tallos laterales, dejando dos yemas en cada uno de éstos. Mas arriba, se dejan tres yemas por tallo lateral.

Con la poda, se logra una mejor ventilación de las plantas y una mejor penetración de la luz solar, e inclusive facilita el control sanitario (Parsons, 1997).

Deshojado: Se suprimirán las hojas viejas, amarillas o enfermas. Cuando la humedad es demasiado alta será necesario tratar con pasta fungicida tras los cortes (Pacas, 2002).

Castración de flores: En las variedades de fruto de gran longitud y que no florezcan excesivas flores masculinas, es conveniente eliminar todas las flores masculinas que vayan apareciendo, con el fin de evitar deformaciones en los frutos (Pacas, 2002).

Aclareo de frutos: Para asegurar la emergencia de un adecuado numero de plantas sanas, se siembra, normalmente, mas semillas de lo necesario.

Después de la emergencia, se realiza un raleo o aclareo, eliminando las plantas sobrantes y dejando solo las plantas sanas a distancias deseados (Parsons, 1997).

Cosecha: Los indicadores principales según Valadez (1998) para el corte del pepino son: la longitud del fruto y el tiempo.

Respecto el indicador tiempo, se refiere al número de días, se deduce que va de 90 a 120 días con un promedio de 5 cortes para consumo en fresco, mientras que para el caso del pepinillo va de 65 a 72 días con un promedio de 20 cortes (cosechando diario). Y en cuanto al indicador longitud, normalmente, el pepino para consumo en fresco, se busca que sea de 15 a 20 cm., siendo recomendable que los frutos no se pongan amarillos; el pepinillo se cosecha cuando tiene un promedio de longitud de 5 a 12 cm.

Los rendimientos, pueden ser muy variables según las condiciones locales, pueden alcanzar excepcionalmente 80 kg. / 10m², con los híbridos una cosecha de 40 kg. / 10m² en cultivo en empalizado ya es satisfactoria, y de 30 kg. / 10m² en cultivo rastro (Messiaen, 1979), citado por Romo (2002).

PLAGAS Y ENFERMEDADES

Según Valadez (1998) en el cultivo de pepino, al igual que las demás cucurbitáceas (calabacita, sandía y melón), se sugiere utilizar un adecuado calendario de aplicación de insecticidas para todos los insectos plaga y, sobre todo, para los chupadores, ya que son los causantes primarios de los virus; En cuanto a la enfermedad de antracnosis (*Colletotrichum lagenarium*), se recomienda utilizar cultivares resistentes como Poinsett – 76 y otros.

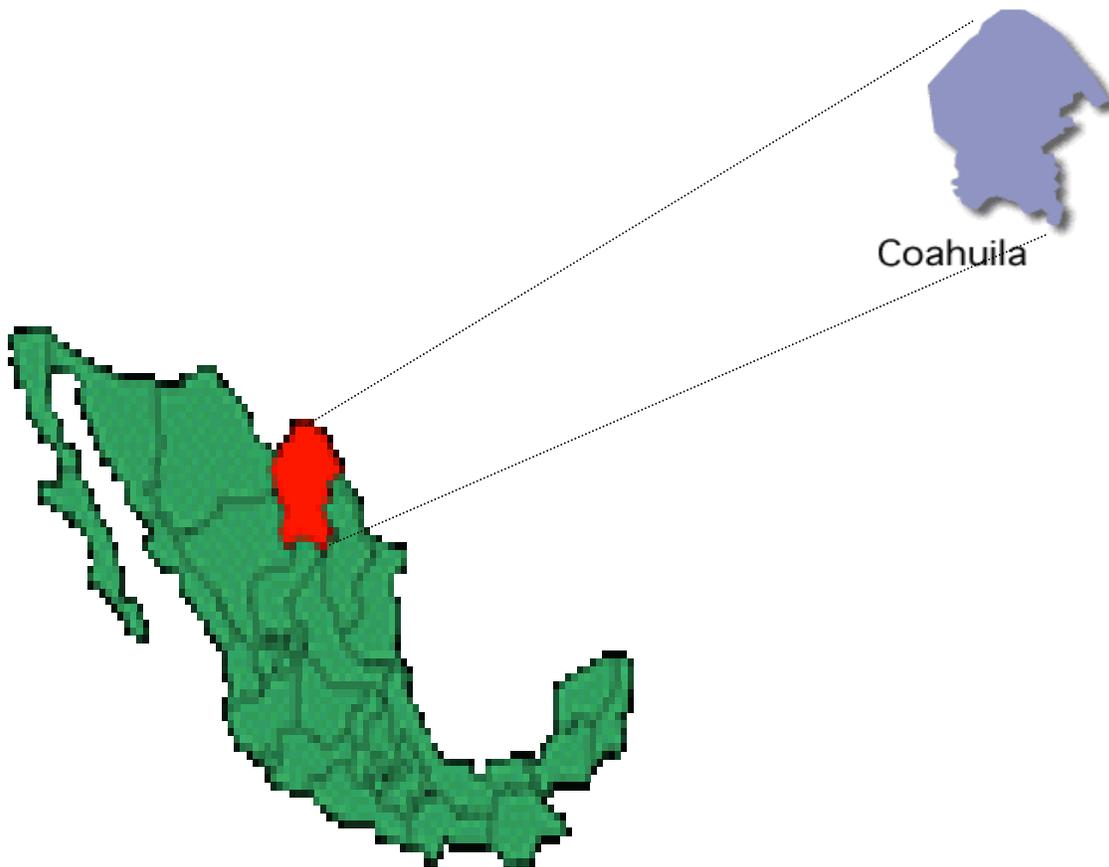
Cuadro 6: Principales plagas y enfermedades en el cultivo de pepino.

Plaga	Nombre Científico	Control (Nombre Comercial)	Dosis (Lt./Ha)
Diabrotica	Diabrotica spp.	Folidol M-50	1.0
Pulga Saltona	Epitrix cucumeris Harris	Paratión etílico	1.0
Mosquita Blanca	Bemisia tabaci Gennadius	Trigard 75	0.5
Chicharrita	Empoasca spp.	Folimat 1000	0.5
Pulgón	Aphis gosypii glover	Phosdrín	0.3
	Myzus persicae Sulzer	Metasystox R-50	0.5
Gusanos:			
Barrenador del fruto	Diaphania nitidalis Stoll	Dipel y/o Tamarón 600	0.3 Kg. y 1.0
Falso medidor	Trichoplusia ni Hubner	Lannate 90 %	0.3 Kg.
Minador de la hoja	Liriomyza sativae Blanchard	Belmark 100	1.0
Enfermedad	Nombre Científico	Control (Nombre Comercial)	Dosis (Lt./Ha)
Cenicilla polvorienta	Erysiphe cichoracearum DC.	Manzate 200 y/o Maneb	1.5 y/o 1.5
Cenicilla vellosa	Pseudoperonospora cubensis	Zineb	1.5
Antracnosis	Colletotrichum lagenarium	Dyrene 50, Cvs. Resist.	2 a 3
Virus:			
M. del pepino (VMP)		Cvs. Resistentes	
M. de la sandía (VMS)		Cvs. Resistentes	
Mancha angular del Tabaco (VMAT)		Cvs. Resistentes	

MATERIALES Y METODOS

LOCALIZACION DEL SITIO EXPERIMENTAL

El experimento se efectuó en los invernaderos de investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (U.A.A.A.N.), ubicada en Buenavista Saltillo Coahuila, ubicada geográficamente en las coordenadas $25^{\circ} 22'$ de latitud norte, longitud oeste de $101^{\circ} 100'$ y a una altitud sobre el nivel del mar de 1,742 metros. El ensayo se estableció en el periodo comprendido de Marzo a Junio de 2004.



DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizo el diseño completamente al azar, en él se asigna al azar los tratamientos a un grupo de unidades experimentales previamente determinadas. En este diseño, todas las variables excepto las que están en estudio, se mantienen constantes.

El uso de este diseño es adecuado para experimentación de campo con plantas o animales mayores, pero es el mas funcional para la evaluación de cierto tipo de tratamientos, en laboratorio e invernaderos o bien cuando dichos tratamientos son aplicados a unidades experimentales homogéneas.

El diseño completamente al azar proporciona al adecuado número de grados de libertad para la estimación del error experimental, además de que el diseño puede analizarse con diferentes números de repeticiones por tratamiento (Rodríguez, 1991).

En este experimento se utilizo un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones, empleado en un arreglo factorial A X B, donde el factor A corresponden a los sustratos y el factor B, los niveles de fertilización, con fertilización y sin fertilización.

MODELO ESTADÍSTICO

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable aleatoria observable correspondiente al i -ésimo sustrato, el j -ésimo fertilizante y la k -ésimo repetición.

μ = Componente que representa el promedio.

α_i = Efecto del i -ésimo sustrato.

β_j = Efecto del j -ésimo fertilizante.

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto conjunto que representa la interacción del i -ésimo sustrato y la del j -ésimo fertilización.

ε_{ijk} = Error experimental.

MANEJO DEL EXPERIMENTO

TUTORADO

Se colocaron las guías a cada planta para así poder mantenerlas, mejorando la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales. La sujeción se realizó con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta. Conforme la planta iba creciendo se iba liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas.

RIEGO

El sistema de riego mediante el cual se trabajó en esta investigación se llevó a cabo con una manguera; el riego se realizó de acuerdo a las necesidades del cultivo, regándose aproximadamente cada tres días.

DESTALLADO

Se cortaron los tallos secundarios del cultivo de pepino, con el fin de evitar competencia y dejar a la planta a un solo tallo.

FERTILIZACION

El 26 de Febrero de 2004 se fertilizaron las plantas 1, 2 y 3 de cada tratamiento con el Triple 17 a una cantidad de 2 gramos por planta; la fertilización fue al 50% de plantas del experimento.

Durante el experimento se realizo la aplicación general de Grofol (20-30- 10).

CONTROL FITOSANITARIO

Durante el experimento se llevo la aplicación de insecticidas para el control de todos los insectos plaga, ya que son los causantes primarios de cualquier enfermedad que se presentan en el cultivo de pepino.

Para el control de la mosquita blanca y del Trips se realizo la aplicación general a todo el invernadero de Endosulfan 3 CE y Confidor.

Para el control del virus del mosaico del pepino se hizo la aplicación de Fungimycin 100 (bactericida) y Tecto 60

DETERMINACIÓN DE PH DE LOS SUSTRATOS

El tamizado de las sustratos se realizo con una maya del numero 2 y la toma de pH con equipo digital efectuándose en el laboratorio de Pedología y Mineralogía del Departamento de la Ciencias de Suelos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Se utilizaron vasos de precipitado de 100 ml. y una probeta graduada de 50 ml. Para hacer estas determinaciones se depositaron 20 gramos de sustrato en unos vasos de precipitado, se saturo 40 ml. con agua destilada hasta dejar una pasta acuosa, posteriormente se dejo agitar durante 15 minutos y finalmente, se tomo el pH de cada uno de los materiales.

MATERIA SECA DE LA PLANTA

El secado del material genético utilizado se realizo en el laboratorio de Física de Suelos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y la toma de peso en fresco y en seco de la biomasa de las plantas en el laboratorio de Pedología y Mineralogía del Departamento de la Ciencias de Suelo donde se nos facilito la bascula granataria.

MATERIALES UTILIZADOS

- a) Suelo de monte
- b) Lombricomposta de café
- c) Lombricomposta de vaca
- d) Lombricomposta de cabra
- e) Composta mas celulosa

Por lo que en este experimento se manejaron tres tipos de lombricomposta, una composta mas celulosa y el suelo de monte, cada uno de estos materiales evaluados se depositaron en 6 macetas de los cuales a 3 de ellos se les aplico 2 g. de fertilizante de la formula Triple 17, dando lugar a diez tratamientos con tres repeticiones para cada uno, haciendo un total de 30 unidades experimentales, ubicadas en macetas.

DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

Los diferentes materiales utilizados en este tesis son: Composta, lombricomposta de bovino de leche y la lombricomposta de Caprino, los cuales se obtuvieron como producto de los trabajos previos de investigación de la Universidad dentro del proyecto de la agricultura orgánica (clave 02-03-0303-2511), La lombricomposta de la Pulpa de café se adquirió de una empresa que produce de manera comercial en el Estado de Veracruz. La Celulosa de residuos de papel proviene de una empresa papelera localizada en Saltillo, Coahuila.

Para el experimento se utilizo semilla de Pepino híbrido 440 II con 99 % de Pureza y 98 % de germinación; producida en Estados Unidos de Norteamérica por la empresa Asgrow Brand, e importado en México por Seminis S.A. DE C.V.

DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamiento 1: 5 kilogramos de suelo del monte + 2 gr. de fertilización del T-17.

Tratamiento 2: 5 kilogramos de suelo del monte.

Tratamiento 3: 2.5 kilogramos de suelo del monte + 2.5 kilogramos de lombricomposta (Lombricomposta de café) + 2 gr. de fertilización del T-17.

Tratamiento 4: 2.5 kilogramos de suelo del monte + 2.5 kilogramos de lombricomposta (Lombricomposta de café).

Tratamiento 5: 2.5 kilogramos de suelo del monte + 2.5 kilogramos de lombricomposta (Lombricomposta de vaca) + 2 gr. de fertilización del T-17.

Tratamiento 6: 2.5 kilogramos de suelo del monte + 2.5 kilogramos de lombricomposta (Lombricomposta de vaca).

Tratamiento 7: 2.5 kilogramos de suelo del monte + 2.5 kilogramos de lombricomposta (Lombricomposta de cabra) + 2 gr. de fertilización del T-17.

Tratamiento 8: 2.5 kilogramos de suelo del monte + 2.5 kilogramos de lombricomposta (Lombricomposta de cabra).

Tratamiento 9: 2.5 kilogramos de suelo del monte + 2.5 kilogramos de composta + celulosa + 2 gr. de fertilización del T-17.

Tratamiento 10: 2.5 kilogramos de suelo del monte + 2.5 kilogramos de composta + celulosa.

PARAMETROS EVALUADOS

ALTURA DE LA PLANTA

Para la medición de este variable se utilizo una regla métrica y se procedió a medir desde la base del tallo hasta el ápice de la planta.

AREA FOLIAR DE LA PLANTA

Para este variable se realizaron lecturas del largo y ancho de cada hoja, durante el periodo en que se llevo a cabo el experimento y después se obtuvo un promedio por fecha por tratamiento. El área foliar se obtuvo con la siguiente ecuación: **Área Foliar** = $0.56662 (L \times A) - 1.3951$

NUMERO DE HOJAS POR PLANTA

Este variable se realizo haciendo un conteo de todas las hojas verdaderas presentes en la planta.

NUMERO DE FLORES POR PLANTA

Este variable se realizo haciendo un conteo de todas las flores presentes en la planta; el conteo se hizo todos los días desde el momento en que comenzaron a florecer las plantas.

NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Este variable se realizo haciendo un conteo de todos los frutos presentes en la planta. Se consideraron aquellas que median a partir de 1.5 cm. de largo de los frutos.

FRUTOS COSECHADOS

En esta variable se consideraron aquellos frutos con las siguientes características: color y tamaño

RENDIMIENTO DEL PEPINO

Para el corte de los frutos, se utilizaron los siguientes materiales: bisturí, alcohol y mechero de Bunsen; estos dos últimos se emplearon para la esterilización del material utilizado durante el corte de los frutos. Los frutos cosechados, se pesaron en una balanza analítica.

LONGITUD DE LA RAIZ

Se tomaron las tres repeticiones de cada tratamiento y se midió la longitud de la raíz principal.

PESO FRESCO DE LA PLANTA

Se tomaron las tres repeticiones de cada tratamiento, se pesaron directamente en una bascula granataria y se determino el peso en fresco de toda la planta.

PESO SECO DE LA PLANTA

Una vez que se secaron las plantas, se procedieron a pesarlas en seco, los cuales se tomaron las tres repeticiones de cada tratamiento, se pesaron directamente en una bascula granataria y se determino el peso en seco de la planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ALTURA DE LA PLANTA

El análisis de varianza para la variable de respuesta altura de la planta, nos muestra alta significancia para el factor sustrato y no significancia para el factor con y sin fertilización, además de que existe interacción entre los factores al 5 % (Cuadro 24, apéndice), lo cual nos indica que los tratamientos son estadísticamente diferentes; por lo que se realizó la prueba de comparación múltiple entre medias de diferencia mínima significativa (DMS) mostrando un coeficiente de variación de 18.65 %, lo que nos demuestra que los datos son confiables.

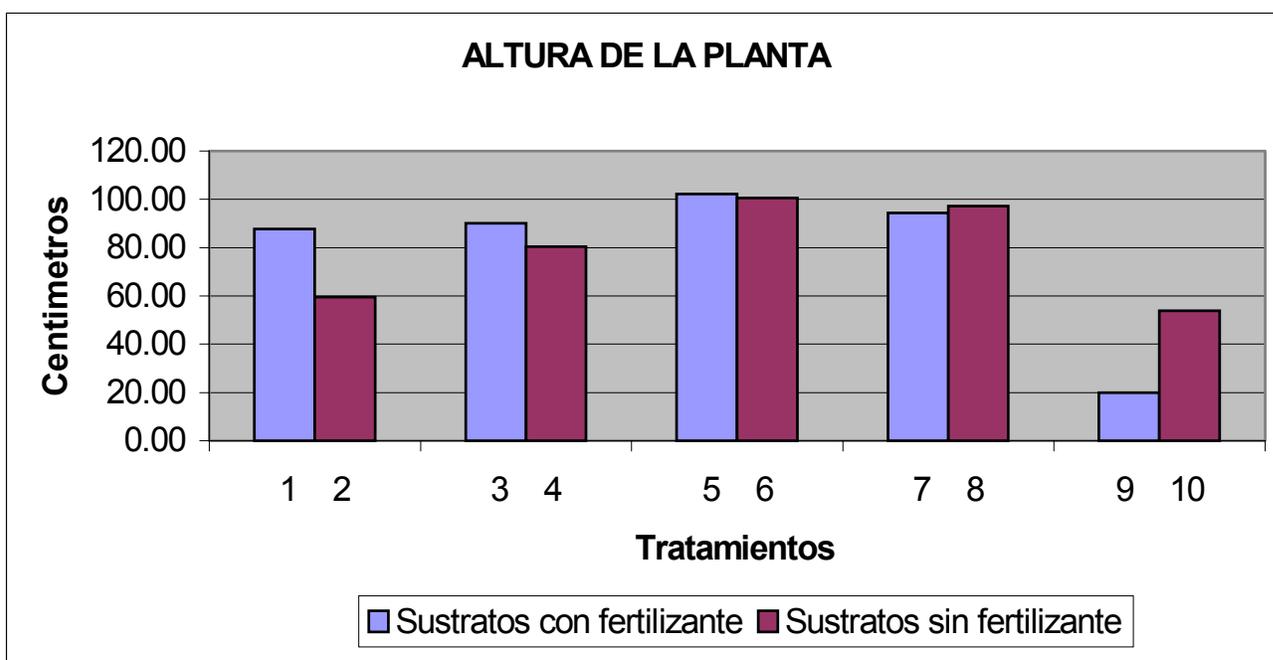
Los sustratos con fertilización muestran que el mejor tratamiento lo tiene el tratamiento 5 (lombricomposta de vaca mas fertilización), seguido del tratamiento 7 (Lombricomposta de cabra mas fertilización). Con relación a los tratamientos sin fertilización, el tratamiento 6 (Lombricomposta de vaca) se comporto de manera similar con el tratamiento 5 (lombricomposta de vaca mas fertilización) de igual manera, se puede apreciar que el tratamiento 8 (Lombricomposta de vaca) tuvo mejor resultado comparado con el tratamiento 7 (Lombricomposta de cabra mas fertilización), (Cuadro 7 y Figura 1).

Al desarrollar la prueba de comparación múltiple entre medias por el método de diferencia mínima significativa (DMS) al 5 %, se encontró que para la variable altura de la planta, con fertilización supera a sin fertilización en el tratamiento 1 sobre el tratamiento 2; y sin fertilización supera a con fertilización en el tratamiento 9 sobre el tratamiento 10 con un 95 % de confianza (Cuadro 8).

Cuadro 7. Medias para la variable altura de la planta (cm).

ALTURA DE LA PLANTA			
Tratamientos	Con fertilizante	Tratamientos	Sin fertilizante
5	102.25 a	6	100.49 a
7	94.38 a	8	97.26 a
3	90.07 a	4	80.44 a b
1	87.80 a	2	59.53 b c
9	19.90 b	10	53.95 c

Figura 1. Altura de la planta del cultivo de pepino (cm).



Cuadro 8. Comparación entre medias en niveles de fertilización.

Comparación entre medias de fertilización del tratamiento 1 y 2, en altura de la planta.

Tratamiento	Media	Razón
Con fertilizante	87.8	a
Sin fertilizante	59.5	b

Comparación entre medias de fertilización del tratamiento 9 y 10, en altura de la planta.

Tratamiento	Media	Razón
Sin fertilizante	53.95	a
Con fertilizante	19.99	b

AREA FOLIAR DE LA PLANTA

En cuanto a la variable de respuesta área foliar de la planta, existe alta significancia para el factor sustrato y significativo al 5% en la interacción de los factores y no significativo para el factor con fertilización y sin fertilización, (Cuadro 25, apéndice) con un coeficiente de variación de 12.07 por ciento.

En el cuadro 9 y en la figura 2 se observa que el mejor tratamiento en relación a los sustratos con fertilización lo tiene el tratamiento 3 (Lombricomposta de café mas fertilización) que son iguales estadísticamente con el tratamiento 5 (Lombricomposta de vaca mas fertilización), el tratamiento 7 (Lombricomposta de cabra mas fertilización), el tratamiento 1 (suelo mas fertilización) y estos diferentes del tratamiento 9 (composta mas celulosa mas fertilización).

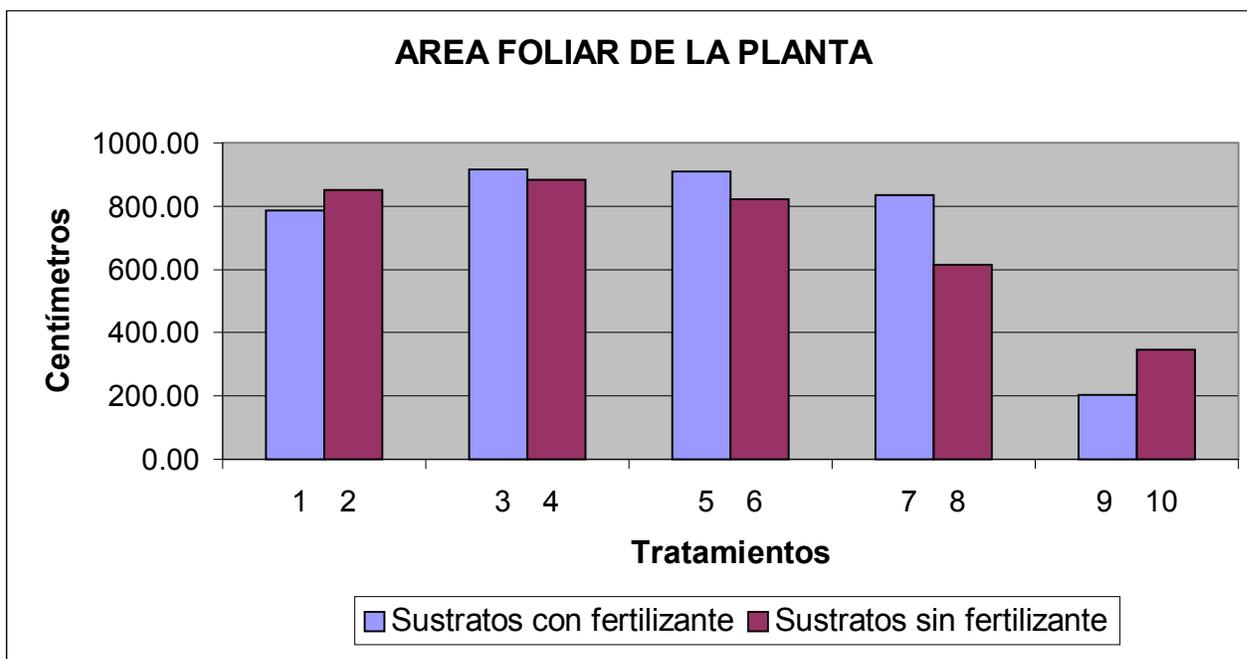
Al hacer la comparación entre los sustratos no fertilizados se puede observar que el tratamiento 4 (Lombricomposta de café), el tratamiento 2 (Suelo) y el tratamiento 6 (Lombricomposta de vaca) son estadísticamente iguales seguidos por el tratamientos 8 (Lombricomposta de cabra) y el tratamiento 10 (composta mas celulosa) (cuadro 9 y en la figura 2).

Una vez realizado la prueba de comparación múltiple entre medias por el método de diferencia mínima significativa (DMS) al 5 % se halló que con fertilización supera a sin fertilización en el tratamiento 7 al tratamiento 8 con un 95 % de confianza (Cuadro 10).

Cuadro 9. Medias para la variable área foliar de la planta (cm²)

AREA FOLIAR DE LA PLANTA			
Tratamientos	Con fertilizante	Tratamientos	Sin fertilizante
3	916.65 a	4	884.62 a
5	909.87 a	2	850.18 a
7	833.98 a	6	822.70 a
1	786.04 a	8	616.41 a
9	204.21 b	10	347.59 b

Figura 2. Área foliar de la planta del cultivo de pepino (cm²).



Cuadro 10. Comparación entre medias en niveles de fertilización.

Comparación entre medias de fertilización del tratamiento 7 y 8, en área foliar de la planta.

Tratamiento	Media	Razón
Con fertilizante	833.98	a
Sin fertilizante	616.41	b

NÚMERO DE HOJAS

En el análisis para la variable de respuesta número de hojas, se encontró que existe significancia al 5% para el factor sustrato y una alta significancia al 1% para la interacción de los factores, mientras que para el factor con fertilización y sin fertilización no se encontró significancia. (Cuadro 26, apéndice).

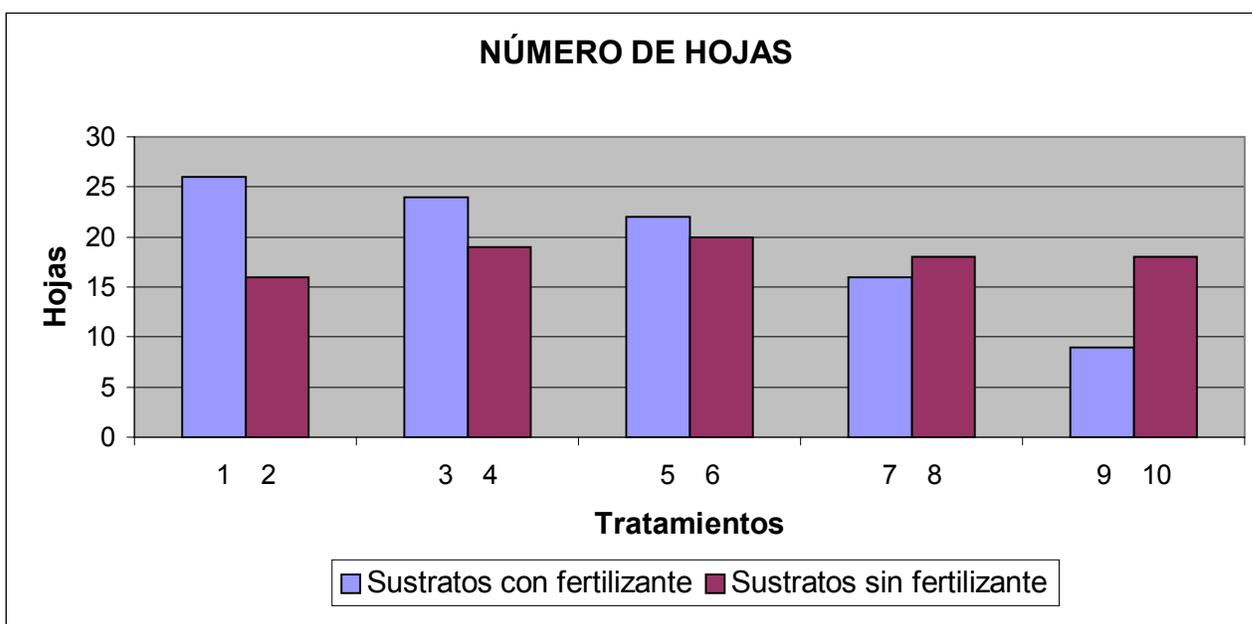
En el cuadro 11 y en la figura 3 se muestra que la media más alta de los tratamientos con fertilización corresponden al tratamiento 1 (Suelos más fertilización), seguido del tratamiento 3 (Lombricomposta de café más fertilización), y el tratamiento 5 (Lombricomposta de vaca más fertilización) ; mientras que los tratamientos no fertilizados, como son: el tratamiento 6 (lombricomposta de vaca), el tratamiento 4 (lombricomposta de café), el tratamiento 10 (composta más celulosa) y el tratamiento 8 (lombricomposta de cabra) produjeron más hojas.

Al efectuar la prueba de comparación múltiple entre medias por el método de diferencia mínima significativa (DMS) al 5 % se encontró que para la variable número de hojas con fertilización supera a sin fertilización en el tratamiento 1 sobre el tratamiento 2 y sin fertilización supera a con fertilización en el tratamiento 9 sobre el tratamiento 10 con un 95 % de confianza (Cuadro 12).

Cuadro 11. Medias para la variable número de hojas.

NÚMERO DE HOJAS			
Tratamientos	Con fertilizante	Tratamientos	Sin fertilizante
1	26 a	6	20 a
3	24 a	4	19 a
5	22 a b	8	18 a
7	16 b	10	18 a
9	9 c	2	16 a

Figura 3. Número de hojas de la planta del cultivo de pepino.



Cuadro 12. Comparación entre medias en niveles de fertilización.

Comparación entre medias de fertilización en el tratamiento 1 y 2, en numero de hojas.

Tratamiento	Media	Razón
Con fertilizante	26	a
Sin fertilizante	16	b

Comparación entre medias de fertilización en el tratamiento 9 y 10, en numero de hojas.

Tratamiento	Media	Razón
Sin fertilizante	18	a
Con fertilizante	9	b

NÚMERO DE FLORES

En base al análisis de varianza para la variable de respuesta número de flores, no hubo significancia para el factor sustrato y el factor con fertilización y sin fertilización, pero, si existe interacción entre los factores lo cual nos indica que los tratamientos son estadísticamente diferentes. (Cuadro 27, apéndice).

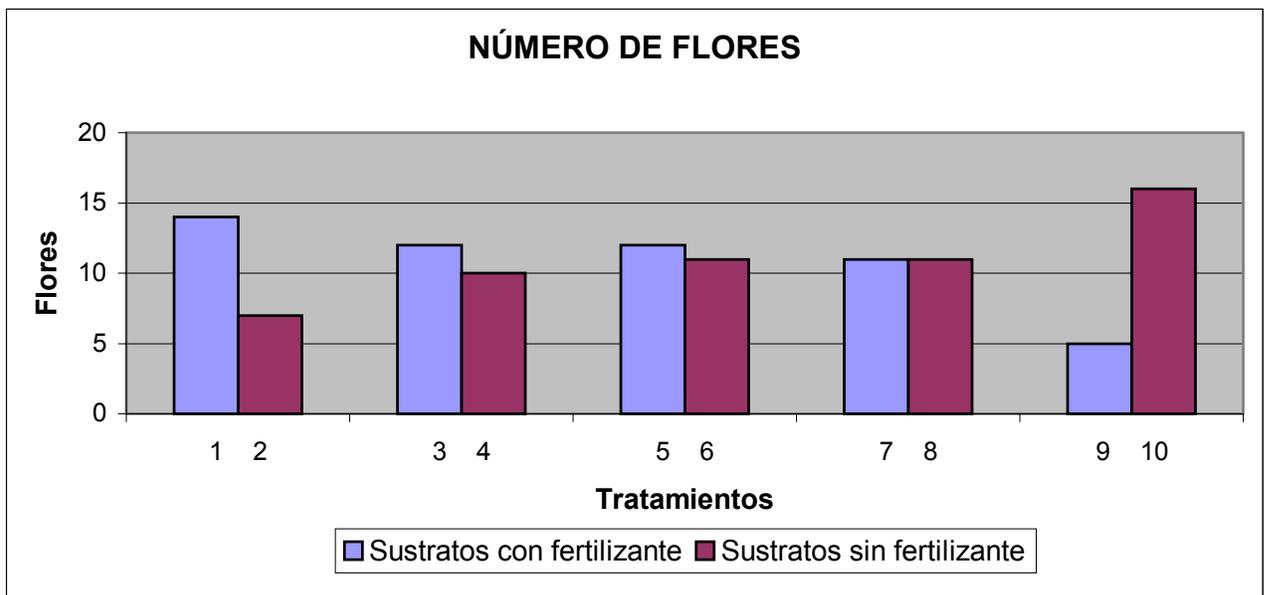
La media mas alta de los tratamientos con fertilización lo tuvieron los tratamientos 1(suelo mas fertilización), el tratamiento 3 (Lombricomposta de café mas fertilización) y el tratamiento 5 (Lombricomposta de vaca mas fertilización); así como para los tratamientos no fertilizados, el tratamiento 10 (composta mas celulosa) fue superior al tratamiento 8 (Lombricomposta de cabra), el tratamiento 6 (Lombricomposta de vaca) y el tratamiento 4 (Lombricomposta de café), (Cuadro 13 y Figura 4).

Para la variable numero de flores y en base la prueba de comparación múltiple entre medias por el método de diferencia mínima significativa, se hallo que con fertilizante supera a sin fertilizante en el tratamiento 1 al tratamiento 2 con un 95 % de confianza y en el tratamiento 9 y el tratamiento 10, sin fertilizante supera a con fertilizante con un 95 % de confianza (Cuadro 14).

Cuadro 13. Medias para la variable número de flores

NÚMERO DE FLORES			
Tratamientos	Con fertilizante	Tratamientos	Sin fertilizante
1	14 a	10	16 a
3	12 a	8	11 a b
5	12 a	6	11 a b
7	11 a b	4	10 b
9	5 b	2	7 b

Figura 4. Número de flores de la planta del cultivo de pepino.



Cuadro 14. Comparación entre medias en niveles de fertilización.

Comparación entre medias de fertilización en el tratamiento 1 y 2, en numero de flores.

Tratamiento	Media	Razón
Con fertilizante	14	a
Sin fertilizante	7	b

Comparación entre medias de fertilización en el tratamiento 9 y 10, en numero de flores.

Tratamiento	Media	Razón
Sin fertilizante	16	a
Con fertilizante	5	b

NUMERO DE FRUTOS

Para la variable de respuesta número de frutos, no se presentó significancia para el factor sustrato y el factor con fertilización y sin fertilización; en esta variable, la interacción fue al 5%, por lo que son estadísticamente diferentes (Cuadro 28, apéndice),

En los tratamientos con fertilización, el tratamiento 1 (Suelo mas fertilización) fue superior al tratamiento 3 (Lombricomposta de café mas fertilización) y al tratamiento 7 (Lombricomposta de cabra mas fertilización).

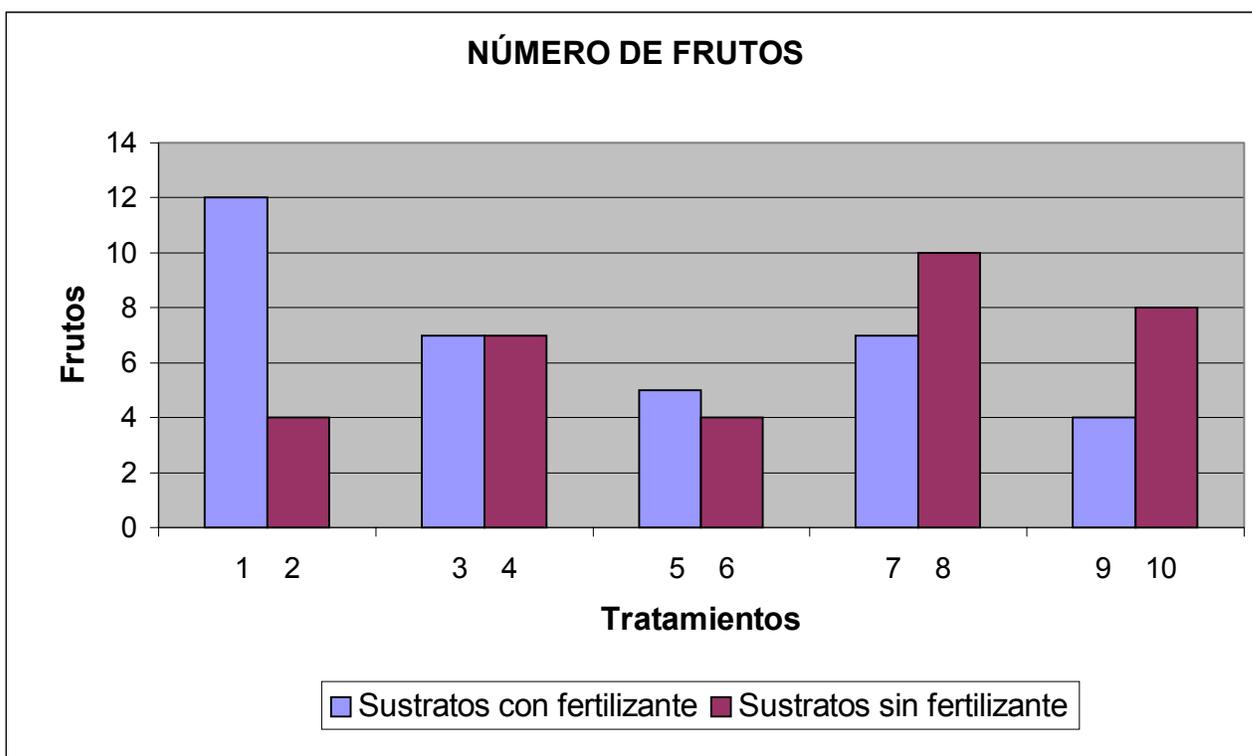
Las interacciones para los tratamientos no fertilizados, el que obtuvo mejor número de frutos fue el tratamiento 8 (Lombricomposta de cabra) seguido por el tratamiento 10 (Composta mas celulosa) y el tratamiento 4 (Lombricomposta de café) con un 95 % de confianza, (Cuadro15 y Figura 5).

En base la prueba de comparación múltiple entre medias por el método de diferencia mínima significativa, para la variable numero de frutos, se hallo que con fertilizante supera a sin fertilizante en el tratamiento 1 sobre al tratamiento 2 con un 95 % de confianza (Cuadro 16).

Cuadro 15. Medias para la variable número de frutos

NÚMERO DE FRUTOS			
Tratamientos	Con fertilizante	Tratamientos	Sin fertilizante
1	12 a	8	10 a
3	7 a b	10	8 a b
7	7 a b	4	7 a b
5	5 b	6	4 b
9	4 b	2	4 b

Figura 5. Número de frutos de la planta del cultivo de pepino.



Cuadro 16. Comparación entre medias en niveles de fertilización.

Comparación entre medias de fertilización en el tratamiento 1 y 2, en numero de frutos.

Tratamiento	Media	Razón
Con fertilizante	12	a
Sin fertilizante	4	b

TOTAL DE FRUTOS COSECHADOS

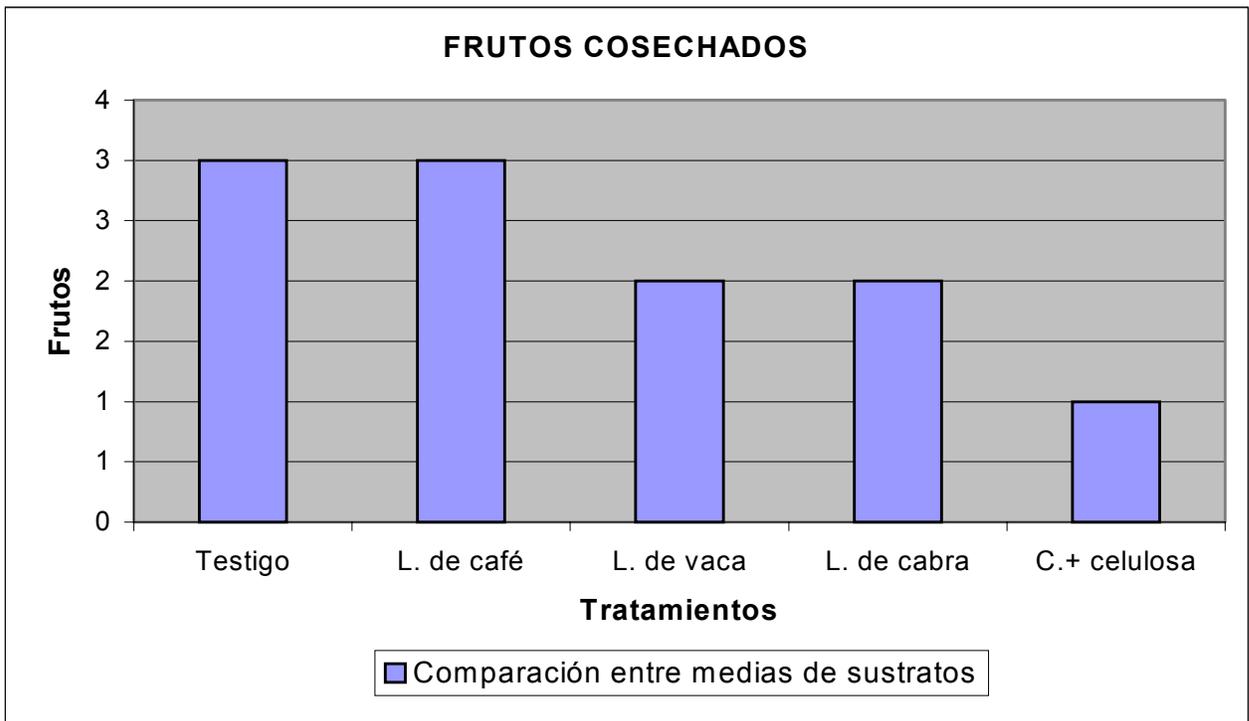
Respecto a la variable de respuesta total de frutos cosechados, nos muestra que no hubo significancia para el factor con fertilización y sin fertilización, ni en la interacción de los factores, a lo que se deduce que son estadísticamente iguales; pero, si se puede notar que para el factor sustrato mostró una significancia al 5% (Cuadro 29, apéndice).

Las comparaciones entre medias de los sustratos indican que el testigo y la lombricomposta de café son los que se cosecharon mas, seguidos por la lombricomposta de vaca y la lombricomposta de cabra, estos muy diferentes de la composta mas celulosa con un 95 % de confianza, (Cuadro 17 y Figura 6).

Cuadro 17. Medias para la variable total de frutos de frutos cosechados.

TOTAL DE FRUTOS COSECHADOS	
Sustrato	
Testigo	3 a
L. de café	3 a
L. de vaca	2 a b
L. de cabra	2 b
C.+ celulosa	1 b

Figura 6. Total de frutos cosechados del cultivo de pepino.



RENDIMIENTO

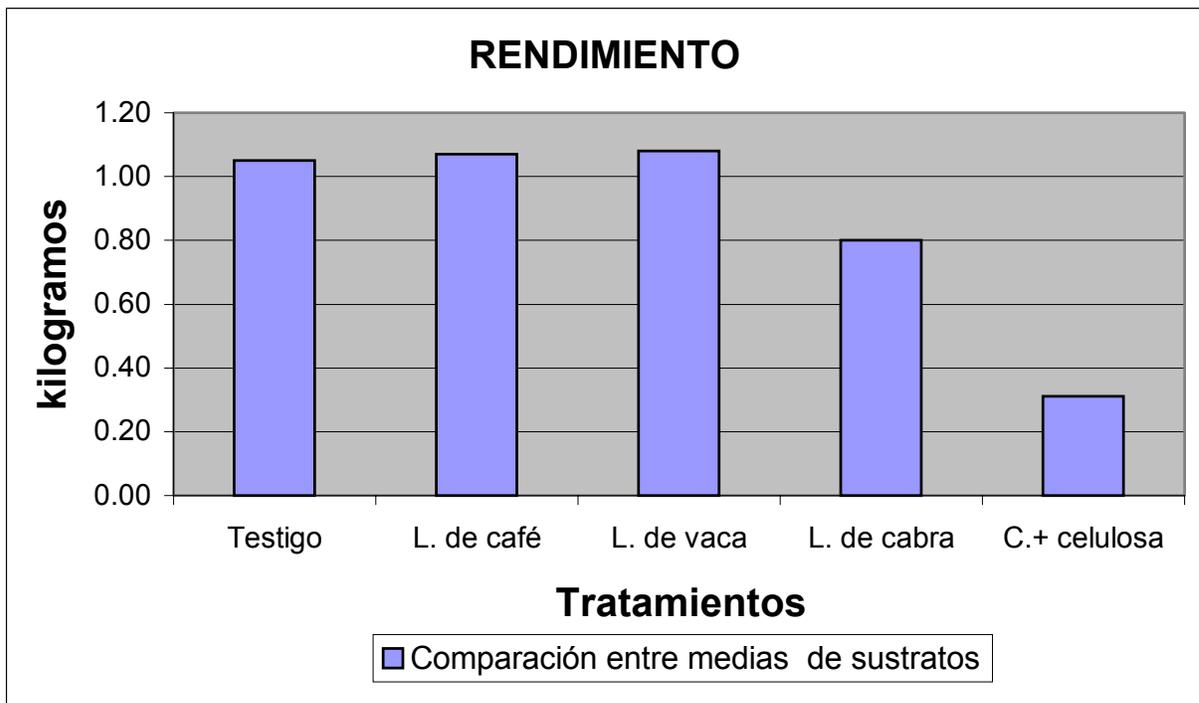
El análisis de varianza para la variable de respuesta rendimiento de frutos, nos muestra que no hubo significancia para el factor con fertilización y sin fertilización y tampoco para la interacción de los factores, por lo que se deduce que son estadísticamente iguales, pero para el factor sustrato mostró una alta significancia, (Cuadro 30, apéndice).

Las comparaciones entre medias de los sustratos indican que la lombricomposta de vaca, la lombricomposta de café y el testigo son los que tuvieron mejores rendimientos seguidos por la lombricomposta de cabra y la composta mas celulosa con un 99 % de confianza, (Cuadro 18 y Figura 7).

Cuadro 18. Medias para la variable rendimiento (kg).

RENDIMIENTO (kg.)	
Sustrato	
L. de vaca	1.08 a
L. de café	1.07 a
Testigo	1.05 a
L. de cabra	0.801 a b
C.+ celulosa	0.312 b

Figura 7. Rendimiento del cultivo de pepino.



LONGITUD DE LA RAÍZ

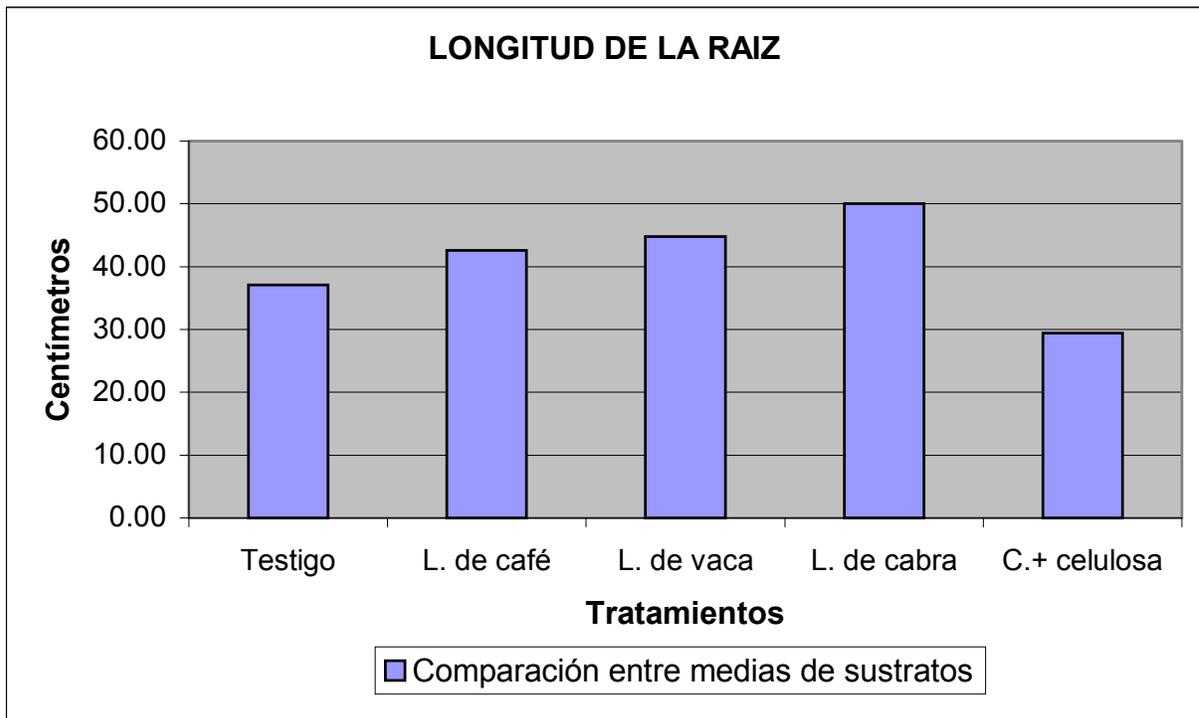
Otra variable en la que no hubo significancia para el factor con fertilización y sin fertilización ni en la interacción de los factores es para la variable longitud de las raíces, no siendo así para el factor sustrato (Cuadro 31, apéndice).

Las comparaciones entre medias de los sustratos nos indican que la media mas alta (50.00 cm) corresponden a la lombricomposta de cabra seguidos por la lombricomposta de vaca (44.75 cm) y la lombricomposta de café (42.58 cm) y estos diferentes del testigo (37.08 cm) y la composta mas celulosa (29.41 cm), (Cuadro 19 y Figura 8).

Cuadro 19. Medias para la variable longitud de la raíz (cm)

LONGITUD DE LA RAÍZ	
Sustrato	
L. de cabra	50.00 a
L. de vaca	44.75 a b
L. de café	32.58 a b
Testigo	37.08 b c
C.+ celulosa	29.41 c

Figura 8. Longitud de la raíz del cultivo de pepino.



PESO FRESCO DE LA PLANTA

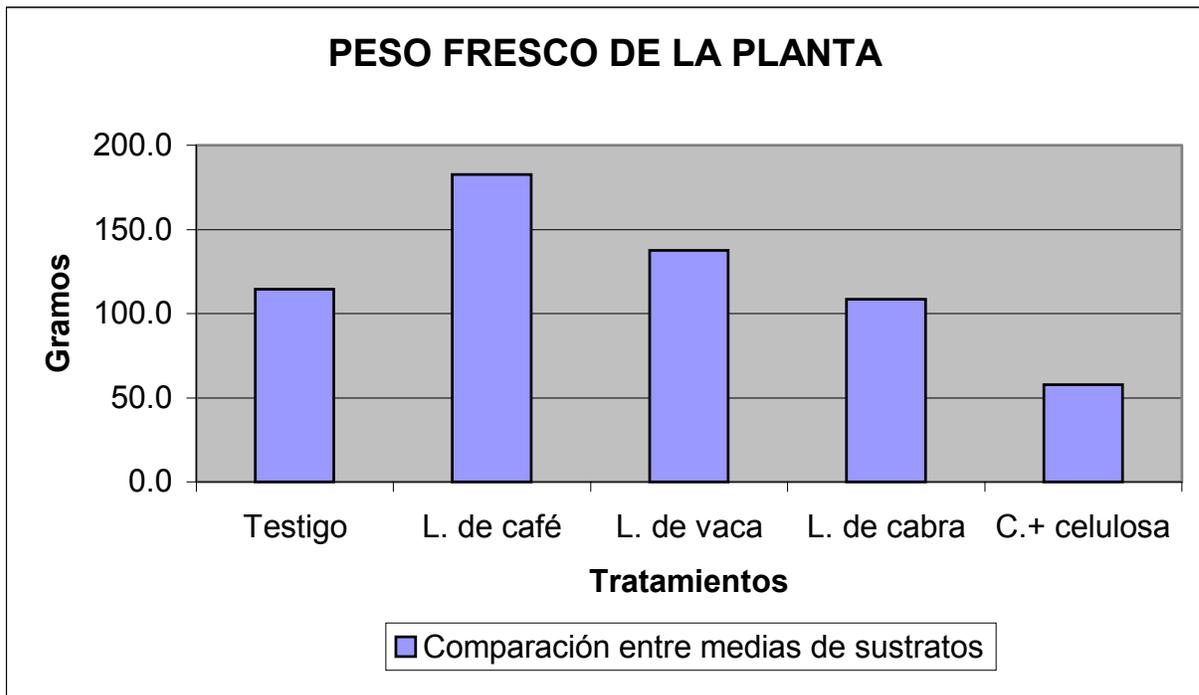
En base al análisis de varianza para la variable de respuesta peso fresco de la planta, se encontró que no existen significancia para el factor con fertilización y sin fertilización, ni en la interacción de los factores, a lo que se deduce que son estadísticamente iguales. Sin embargo, para el factor sustrato, se presento una alta significancia con un coeficiente de variación de 27.15%, (Cuadro 32, apéndice).

La comparación entre medias de sustratos en peso fresco de la planta, indican que los tratamientos que tuvieron mejores resultados fueron: la lombricomposta de café y la lombricomposta de vaca comparados con la composta mas celulosa que fue el mas bajo, (Cuadro 20 y Figura 9).

Cuadro 20. Medias para la variable peso fresco de la planta (g.)

PESO FRESCO DE PLANTA	
Sustrato	
L. de café	182.7 a
L. de vaca	137.6 b
Testigo	114.5 b
L. de cabra	108.4 b
C.+ celulosa	57.7 c

Figura 9. Peso fresco del cultivo de pepino.



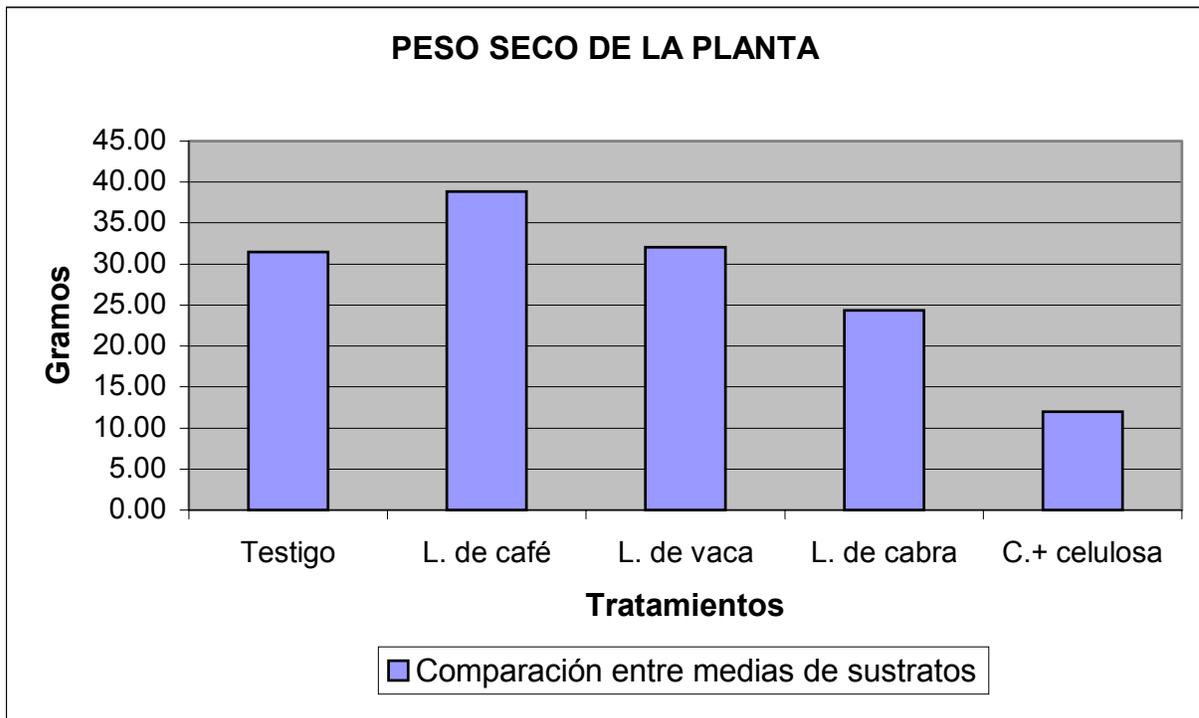
PESO SECO DE LA PLANTA

En cuanto a la variable de repuesta peso seco de la planta, no se encontró significancia para el factor con fertilización y sin fertilización y tampoco para la interacción de los factores, pero, para el factor sustrato, hubo una alta significancia con un coeficiente de variación de 25.77% (Cuadro 33, apéndice); por lo que al hacer la comparación múltiple de prueba entre medias de los sustratos en esta variable, la lombricomposta de café fue estadísticamente igual a la lombricomposta de vaca y el testigo y superiores a la lombricomposta de cabra y estos diferentes a la composta mas celulosa con un 99% de confianza, (Cuadro 21 y Figura 10).

Cuadro 21. Medias para la variable peso seco de la planta (g.)

PESO SECO DEL CULTIVO		
Sustrato		
L. de café	182.7	a
L. de vaca	137.6	a b
Testigo	114.5	a b
L. de cabra	108.4	b
C.+ celulosa	57.7	c

Figura 10. Peso seco del cultivo de pepino.



CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos y considerando los objetivos e hipótesis y las condiciones en que se condujo el experimento, nos permite hacer las siguientes conclusiones:

- El cultivo de pepino mostró una respuesta similar con sustratos orgánicos sin fertilizante comparados con los fertilizados.
- La mezcla de 50 % de suelo mas 50 % de lombricompostas, el cultivo de pepino presentó comportamientos similares y/o superiores comparados con los que se aplicaron fertilizantes químicos.
- Los mejores respuestas en el cultivo de pepino en la mayoría de los parámetros evaluados, se encontraron con los tratamientos con Lombricomposta de café y el tratamiento con lombricomposta de vaca, estos, siempre seguidos por el tratamiento con lombricomposta de cabra.
- El análisis de varianza para la variable numero de frutos en el cultivo de pepino tuvo menor respuesta en el tratamiento con lombricomposta de vaca, pero, en rendimiento presento mejor resultado.

- Los coeficientes de variación reportados en el análisis de varianza estuvieron con rangos aceptables, excepto en las variables para número flores (31.23 %), número de frutos (43.26 %) y en rendimiento (35.12 %).

BIBLIOGRAFÍA

Adame Acosta Juan Gabriel. El cultivo de pepino.2001. Monografía de licenciatura en Agronomía. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila. México.

Ansorena Miner Javier. Sustratos, Propiedades y Caracterización. 1994. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Alanis Abdón Carmelio. 2003. Introducción al conocimiento de la Lmbricultura. Monografía de licenciatura en Agrobiología. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila. México.

Bures Silva. Sustratos.1997. Ediciones Agronómicas S. L. Madrid, España.

Domínguez Vívancos Alonso. Abonos minerales. 1978. Ministerio de agricultura. Madrid.

Gomez Tovar Laura, Gomez Cruz Manuel Ángel y Shchwentesiuss Rindermonn Rito. Desafíos de la agricultura orgánica.1999.Universidad Autónoma Chapingo. México, D. F.

Ibarra Pérez Luis Alonso. Efecto de tres sustratos orgánicos y una solución nutritiva en la producción de plántulas de Tomate (*Lycopersicum esculentum w*). Tesis en maestría de Ciencias del Suelo. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila. México.

Labrador Moreno Juan. La materia orgánica en los Agroecosistemas. 1996. Mundi-Prensa. Madrid, España.

Martínez Bonifacio Anguiano. Efecto de 20 sustratos y fertilización NPK en la producción de especies forestales en invernadero. Tesis en maestría de Ciencias del Suelo. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila. México.

Martínez Cerdas Claudia. Potencial de Lombricultura. 1999. México, D. F.

Monroy H. Oscar y Gustavo Viniegra G. Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. 1981. AGT. Editor S. A. México. D. F.

Ortiz Villanueva Bonifacio y Ortiz Solorio Carlos Alberto. Edafología. 1987. Universidad Autónoma Chapingo. México, D. F.

Pacas Herrera Carlos Roberto. Efecto de la composta en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero. 2002. Tesis de licenciatura en Producción. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila. México.

Parsons David B., Mondoñedo J. R., Kirchner Salinas F. y Medina Figueroa J. Cucurbitaceas. Editorial TRILLAS. México, D. F.

Rodríguez del Ángel Jaime Moisés. Métodos de investigación Pecuaria 1991. Editorial TRILLAS. México, D. F.

Romo Cerdas Demetrio. El uso de los sustratos hortícolas y bagazo de Algas en la producción de plántulas de Pepino (*Cucumis sativus* L.) y Tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). 2002. Tesis de licenciatura en Horticultura. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila. México.

Simpon Ken. Abonos y Estiércoles. 1991. Editorial Acribia S. A. Zaragoza, España.

Schnitman Guillermo y Lernoud Pipo. Agricultura Orgánica “Experiencias de cultivo ecológico en la Argentina”. 1992. Editorial Planeta Argentina S. A. I. C. Viamonte 1451. Buenos Aires, Argentina.

Tamaro. Manual de Horticultura. Editorial CATALANA S. A. Barcelona.

Tamhane R. V., Motiramani D. P. y Bali Y. P. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. 1983. Editorial DIANA. México D. F.

Tiscornia Julio R. Hortalizas de fruto. Editorial ALBATROS. Buenos Aires, Argentina.

Torres Serrano Clara Ximena. Manual agropecuario (Tomo II). 2004. Bogota, Colombia.

Valadez López Artemio. Producción de hortalizas. 1998. UTEHA. Editorial LIMUSA. S. A. de C. V.

Citas bibliográficas realizados en Internet

Hidroponico..... Invernaderos....Profesionales. Tipos de sustratos de cultivos. 2002.
<http://usuarios.lycos.es/Theo/id114.htm> . 7 de abril de 2005.

InfoAgro.com. Tipos de sustratos de cultivos. 2004.
http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos3.asp . 7 de abril de 2005.

Tierra Viva de Zapata. Propiedades y beneficios de la composta.
<http://www.tierravivadezapata.com/productos.htm>. 16 de marzo de 2005.

Cuba S.A. Notas sobre el Estudio de algunas hortalizas con importancia económica de la familia Cucurbitáceas. septiembre - diciembre 2003. <http://www.utm.mx/temas-docs/nfnotas521.pdf> . 16 de marzo de 2005.

APÉNDICE

Cuadro A.1 Análisis de varianza para la variable altura de la planta.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	Prob
Sustratos	4	15,702.65	3925.66	18.26	0.000 **
Con y Sin Fert.	1	2.45	2.45	0.01	0.912 NS
Interacción	4	3082.57	770.64	3.58	0.023 *
Error	20	4297.48	214.87		
Total	29	23,085.17			

*= Significativo al 5 %; ** = Significativo al 1 % N.S. = no significativo C.V. = 18.65%

El ANVA para la variable LARGO , ANCHO, Aborto de flores y aborto de frutos fueron no significativos.

Cuadro A.2 Análisis de varianza para la variable área foliar de la planta.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	Prob
Sustratos	4	1565224	391306	52.23	0.000 **
Con y Sin Fert.	1	5018	5018	0.66	0.572 NS
Interacción	4	115930	28982	3.86	0.017 *
Error	20	149836	7491.5		
Total	29	1836008			

*= Significativo al 5 %; ** = Significativo al 1 % N.S. = no significativo C.V. = 12.07%

Cuadro A.3 Análisis de varianza para la variable número de hojas totales.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	Prob
Sustratos	4	274.46	68.61	4.24	0.012 *
Con y Sin Fer	1	6.5	6.5	0.40	0.539 NS
Interacción	4	307.13	76.78	4.74	0.008 **
Error	20	323.33	16.16		
Total	29	911.46			

*= Significativo al 5 %; ** = Significativo al 1 % N.S. = no significativo C.V. = 21.01%

Cuadro A.4 Análisis de varianza para la variable número de flores totales.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	Prob
Sustratos	4	3.8	0.95	0.07	0.985 NS
Con y Sin Fert.	1	0.13	0.13	0.01	0.014 NS
Interacción	4	260.19	65.04	5.31	0.005 **
Error	20	244.66	12.23		
Total	29	508.8			

** = Significativo al 1 % N.S. = no significativo C.V. = 31.23 %

Cuadro A.5 Análisis de varianza para la variable número de frutos totales.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	Prob
Sustratos	4	66.53	16.63	1.76	0.175 NS
Con y Sin Fert.	1	0.033	0.03	0.003	0.952 NS
Interacción	4	125.46	31.36	3.32	0.03 *
Error	20	188.66	9.43		
Total	29	380.69			

* = Significativo al 5 % N.S. = no significativo C.V. = 43.26 %

Cuadro A.6 Análisis de varianza para la variable total de frutos cosechados.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	Prob
Sustratos	4	14.46	3.61	3.61	0.0125 *
Con y Sin Fer	1	1.19	1.19	1,16	0.294 NS
Interacción	4	10.46	2.61	2,53	0.07 NS
Error	20	20.66	1.03		
Total	29	46.8			

* = Significativo al 5 % N.S. = no significativo C.V. = 36.3 %

Cuadro A.7 Análisis de varianza para la variable rendimiento.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	Prob
Sustratos	4	2.62	0.65	7.11	0.001* *
Con y Sin Fert.	1	0.06	0.06	0.687	0.578 NS
Interacción	4	0.63	0.15	1.716	0.185 NS
Error	20	1.84	0.09		
Total	29	5.16			

* = Significativo al 1 % N.S. = no significativo C.V. = 35.12 %

Cuadro A.8 Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	Prob
Sustratos	4	1480.8	370.21	3.67	0.021*
Con y Sin Fert.	1	58.8	58.8	0.58	0.54 NS
Interacción	4	192.5	48.13	0.478	0.754 NS
Error	20	2013.6	100.68		
Total	29	3745.86			

* = Significativo al 1 % N.S. = no significativo C.V. = 24.61%

Cuadro A.9 Análisis de varianza para la variable peso fresco de la planta.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	Prob
Sustratos	4	49,718.2	12,429.5	11.66	0.000**
Con y Sin Fert.	1	334.5	334.5	0.31	0.588 NS
Interacción	4	9877.4	2469.3	2.31	0.092 NS
Error	20	21,306.12	1065.3		
Total	29	81,236.3			

** = Significativo al 1 % N.S. = no significativo C.V. = 27.15 %

Cuadro A.10 Análisis de varianza para la variable peso seco de la planta.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	Prob
Sustratos	4	2503.5	625.8	12.25	0.000**
Con y Sin Fert.	1	20.51	20.5	0.40	0.54 NS
Interacción	4	196.2	49.05	0.96	0.548 NS
Error	20	1021.2	51.06		
Total	29	3741.5			

** = Significativo al 1 % N.S. = no significativo C.V. = 25.77

Cuadro A.11 Análisis de varianza para la variable de lectura pH de los sustratos.

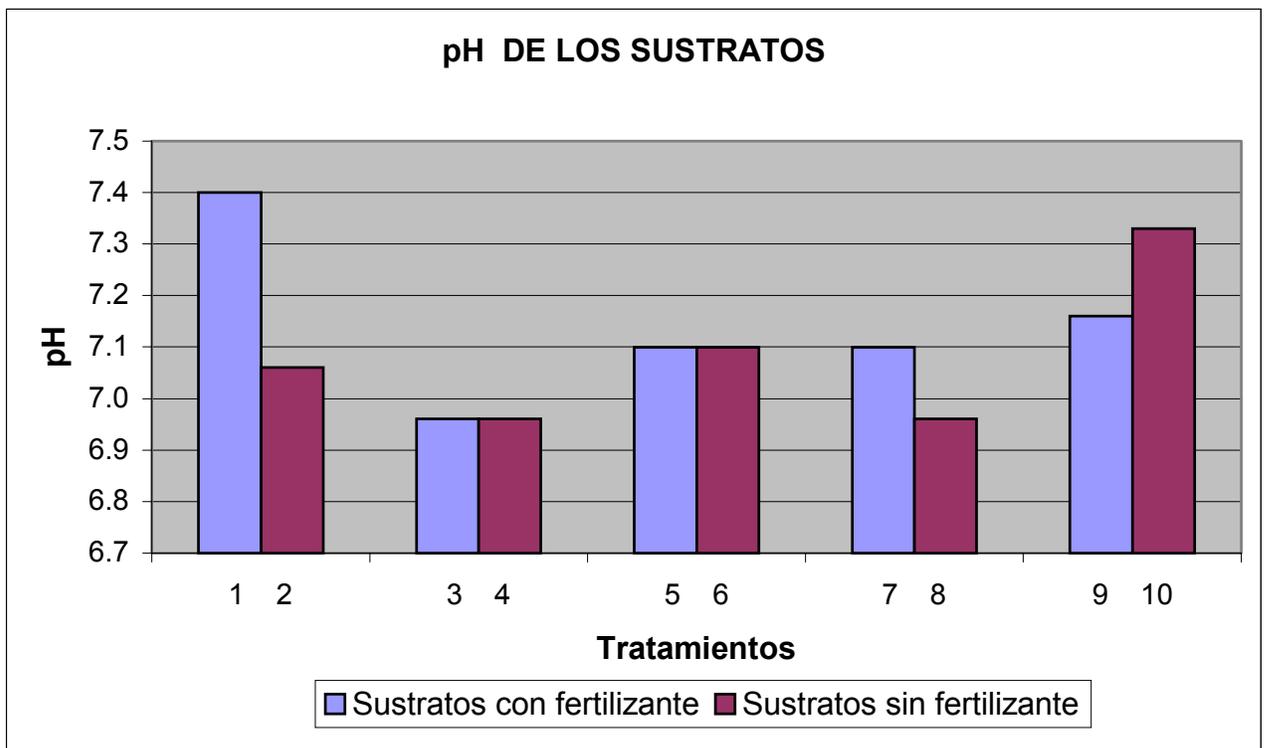
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	Prob
Sustratos	4	0.366	0.09	8.34	0.001**
Con y Sin Fert.	1	0.027	0.02	2.46	0.12 NS
Interacción	4	0.208	0.05	4.73	0.008**
Error	20	0.219	0.01		
Total	29	0.821			

** = Significativo al 1 % N.S. = no significativo C.V. = 1.47 %

Cuadro B.1 Medias para la variable de pH de los sustratos.

p H DE LOS SUSTRATOS			
Tratamientos	Con fertilizante	Tratamientos	Sin fertilizante
1	7.4 A	10	7.33 A
9	7.16 B	6	7.10 B
5	7.10 B C	2	7.06 B
7	7.10 B C	8	6.96 B
3	6.96 C	4	6.96 B

Figura A.1 pH de los sustratos.



Cuadro C.1 Comparación entre medias en niveles de fertilización.

Comparación entre medias de fertilización en el tratamiento 1 y 2, en numero de frutos.

Tratamiento	Media	Razón
Con fertilizante	7.4	a
Sin fertilizante	7.06	b

Figura A.2 Temperaturas máximas y mínimas durante la floración.

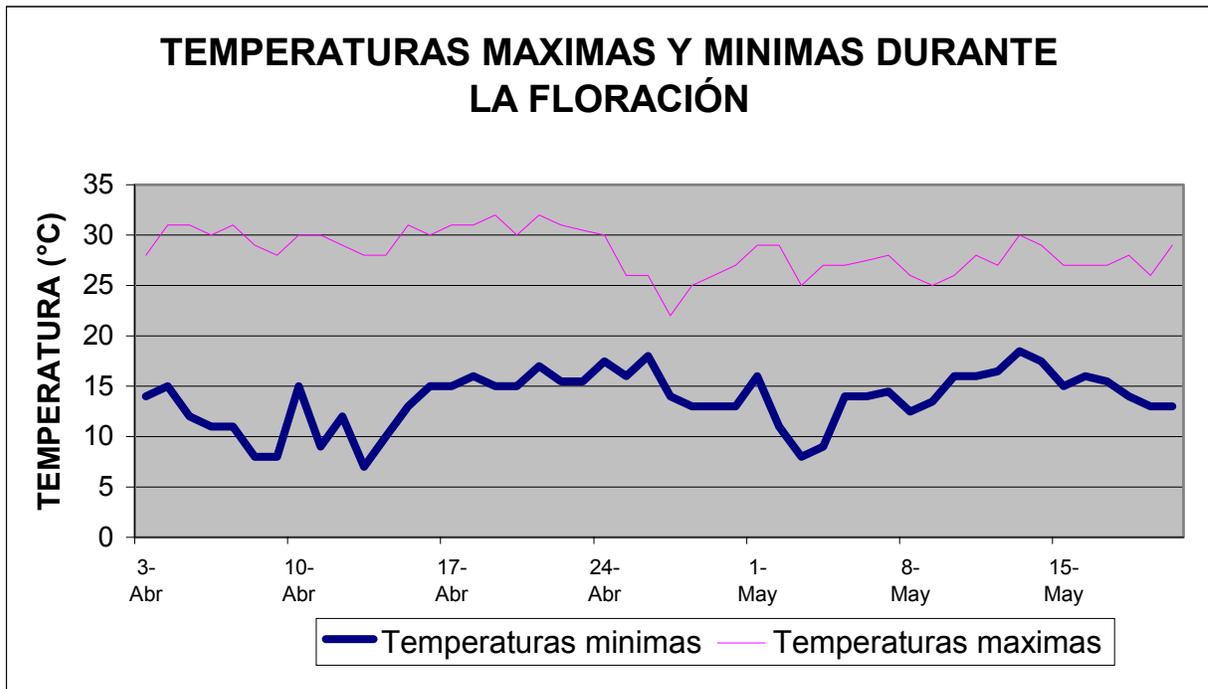


Figura A.3 Temperaturas máximas y mínimas durante la fructificación.

