

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**Respuesta de la Plántula de Pepino (*Cucumis sativus L.*) a  
Cinco Sustratos**

**Por :**

**DIÓMEDES CARRERA PACHECO**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Producción**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Noviembre del 2004.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**

**Respuesta de la Plántula de Pepino (*Cucumis sativus L.*) a  
Cinco Sustratos**

**POR**

**DIÓMEDES CARRERA PACHECO**

**TESIS**

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**A P R O B A D A**

---

**Ing. José Ángel de la Cruz Bretón**  
**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**Dr. Alejandro Hernández Herrera**  
**SINODAL**

---

**Dr. Ángel R. Cepeda Dovala**  
**SINODAL**

---

**M. C. Adolfo Ortegón Pérez**  
**SINODAL**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

---

**Mc. Arnoldo Oyervides García.**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**  
**Noviembre del 2004**

**El hombre encuentra a Dios detrás  
de cada puerta que la ciencia logra  
abrir.**

**Albert Einstein**

**La lombriz es el animal que  
desempeña el papel más importante  
dentro de las criaturas, porque  
cierra el circuito de la vida y de la  
muerte.**

**Charles Darwin**

## **DEDICATORIAS**

A mis padres:

**Sr. Rutilo Carrera Hernández y Sra. Natalia Pacheco Carrillo.**

Esta ocasión es sin lugar a dudas, la oportunidad de plasmar en estas líneas la infinita gratitud y admiración hacia ustedes; no tengo nada que reprocharles, solo me han dado el mayor de todos los tesoros, mucho amor, y aunque sé que no siempre lo hemos expresado, sé que me aman y yo también los amo mucho. Sé que en todo este tiempo ustedes me condujeron por un camino, el mejor que pudieron ofrecer, no bastan las palabras que hoy expreso, para tratar de decir todo lo que siento, sin embargo, para mí es una oportunidad especial, y gracias a Dios que coincidamos en ver culminado el esfuerzo y meta que un día nos trazamos juntos, de terminar mis estudios de licenciatura, y déjenme decirles, que este logro no es mío, es de ustedes, es el producto de sus esfuerzos, de su dedicación, pero sobre todo, de su fe y perseverancia en alcanzar un objetivo, aunque para ello ustedes tuvieron que hacer casi hasta lo imposible por alcanzar ese anhelo, de construir un sueño que hoy se ha cristalizado. Por lo tanto, este trabajo esta dedicado con mucho, y por mucho, para ustedes mis queridos y amados padres.

### **A mis hermanos y hermanas:**

Con quienes me tocó compartir la infancia llena de limitaciones económicas pero, compensadas con creces por momentos de alegrías y amor de nuestros queridos padres, aunque en ocasiones hubo llanto por pleitos infantiles, pero siempre al final volvíamos a soñar entre, risas, juegos y alegría, esa que tal vez no reconocimos en su momento, solo la vivimos y disfrutamos pero, de pronto un día la empezamos a extrañar, no por que se haya ido, sino por que la vida nos dio para cada uno de nosotros la obligación y naturaleza de explorar nuevos senderos, y cada cual tomo rumbos diferentes para iniciar una nueva etapa en nuestras vidas; pero eso no es excusa para que podamos estar nuevamente juntos y soñar, aunque sea un instante, y recodar, porque recordar es vivir, tiempos felices de nuestra bella infancia. Pero por el recuerdo de aquellos años maravillosos de bulliciosa alegría, de risas, de juegos, y por que no, también de llanto, por los días muy, pero muy felices, les dedico de todo corazón este trabajo.

**Enedina** mi admiración y respeto, pues se hizo camino al andar y al mismo tiempo, dejó marcado el sendero para que nosotros los hermanos menores inmediatos nos fuese mas llano el camino.

**Lucia** que con ese gran carácter de lucha, consistencia y dedicación, ha logrado sus objetivos y ha dejado muestra de sus cualidades.

**Teófila** gracias por ese cariño y gran espíritu sincero, alegre, pero también, por esa crítica constructiva hacia mí, espero que siempre mantengas esa forma de ser.

**Eleazar** por ser el hermano muy responsable y respetuoso, con ideas y principios bien cimentados y confianza que has mostrado siempre.

**Saúl** gracias por ser el hermano de un carácter muy alegre y dicharachero.

**Surisaday** a ti niña por ser la nena de la casa, la hermanita con ese gran espíritu lleno de vida y alegría, a veces rebelde pero solo por tratar de entender tu derecho de ser y hacer lo que crees justo.

**Maximiliano e Israel** gracias por hacerme comprender la responsabilidad de ocupar el sitio de hermano mayor entre los varones, pues es sin duda, un reto pero, también, un compromiso para con todos mis hermanos.

A mis **sobrinos** que me han permitido comprender la importancia de cultivar las buenas relaciones intrafamiliares, pues son ellos quienes heredaran la responsabilidad de mantener fuertes esos lasos familiares que hoy nos mantienen como una familia unida; también por sensibilizarme con su inocencia y ternura de niños.

A todos **mis familiares**, a mi abuelita, tíos, primos, que han confiado en mi y me han brindado su apoyo incondicional, gracias por ayudarme para el logro de este objetivo.

## AGRADECIMIENTOS

Al gran pueblo trabajador de México, ese que lucha día a día por tener mejor calidad de vida, aunque para ello deje la mitad o casi toda en el trabajo y con ello contribuya con su generación de riqueza a ser posible la escuela pública, pues quienes estudiamos en ella desde los niveles básicos hasta licenciatura, debemos estar agradecidos por tener instituciones como la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Por eso no podemos dejar de reconocer el esfuerzo de la gente trabajadora que se esfuerza por construir un futuro más justo y más digno para las nuevas generaciones, a ellos mil gracias.

Al Ing. José Ángel de la Cruz Bretón. Por estar siempre accesible para la realización de este trabajo, pero también por brindarme su amistad y apoyo en todo momento.

Al Doctor Alejandro Hernández Herrera, por su valiosa participación y contribución en este trabajo de tesis, pero sobre todo, por ese espíritu siempre positivo y dedicado al quehacer de investigación.

Al Doctor Ángel R. Cepeda Dovala por su valiosa participación en la parte estadística y consejos para mejorar la calidad de este trabajo.

Al M C. Adolfo Ortégón Pérez por participar como sinodal en este trabajo y por su amistad que siempre me brindó.

A mis maestros el Dr. Mario Vásquez Badillo por brindarme todas las facilidades para ser uso de los laboratorios y materiales del departamento de Fitomejoramiento en las actividades necesarias de esta tesis; a la M.C. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda, por las sugerencias en este trabajo, pero sobre todo les agradezco su confianza, sencillez y calidad humana.

A mis maestros que he tenido en todos los niveles educativos, pero de manera muy especial los que observé congruentes entre lo que piensan dicen y hacen, y no solo te dan información o te enseñan conocimientos, sino que te inspiran, pues, solo pueden inspirar aquellos que están comprometidos con los ideales y principios, a ellos, muchas gracias.

A Manuel Vivian Méndez Vega, Roberto Edgar Arvea Sánchez e Hilario Cuevas Flores, con quienes tuve la oportunidad de convivir y también de

coincidir en ideas, que nos mantuvieron siempre unidos, gracias por ser mis amigos, queridos colegas.

A mis compañeros y amigos de generación, en especial a Felipe Olguín Solís, Julio Ramírez Mosqueda, Manuel Trinidad Cruz, Carlos Manuel López Aguirres, Oscar Toledo. Rosalía Everilda, Lucila y Martha Gabriel de León, Juan Antonio Sifuentes, Rafael Rodríguez Meza, Lucio Ángeles Margarito, José Edilberto, y José Santiago.

A mis paisanos Leticia y Rosy Marín Omaña, Aarón y Ma. De Jesús Juárez Gerardo y Eduardo Aguilar M.

A los compañeros de la CDE Omar, Rafael, Horacio, Mario V., Carlos Canche, Lupillo, Gabriel, José Ignacio, Mario Rentarías de la Cruz, Carolina Guzmán Pérez, Delfino Jaime Gonzalo y todos los que diariamente se esfuerzan en sus actividades cotidianas, por hacer y vivir con equidad.

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del estado de Coahuila (COECYT), por su apoyo con la beca para la realización de este trabajo de investigación.

La presente tesis esta dentro del proyecto de investigación con clave 02.03.03.03.2511(POA-2003) reproducción de *Eisenia sp.* En algunos materiales orgánicos del norte de México, registrado en la dirección de investigación de la UAAAN, cuyo responsable es el Dr. Alejandro Hernández Herrera, profesor de investigador del departamento de suelo de la división de ingeniería y quien también a sido asesor del presente trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
<b>ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>x</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
Objetivo .....	2
Hipótesis.....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
El medio o sustrato .....	3
Propiedades de los sustratos .....	3
Propiedades físicas.....	4
Propiedades químicas.....	6
Otras propiedades.....	8
Tipos de sustratos .....	9
Descripción de algunos materiales utilizados como sustratos .....	11
Composta .....	11
Lombricomposta.....	11
Composta de cáscara de cacao .....	13
Perlita.....	14
Vermiculita.....	14
Pro-mix PGX .....	15
Descripción del cultivo del pepino.....	15
Clasificación taxonómica .....	16
Morfología .....	16
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
Localización geográfica .....	19
Equipo e instalaciones.....	19

<b>Materiales.....</b>	<b>20</b>
<b>Acondicionamiento de materiales.....</b>	<b>21</b>
<b>Establecimiento del experimento .....</b>	<b>21</b>
<b>Labores agronómicas y culturales posteriores a establecer el experimento.....</b>	<b>2</b>
<b>Descripción de tratamientos .....</b>	<b>24</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>    Análisis de varianza.....</b>	<b>27</b>
<b>    Análisis de variables .....</b>	<b>28</b>
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>34</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>36</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	<b>Cuadros medios y significancia de los análisis de varianza de las variables en estudio.</b>	<b>27</b>
<b>2</b>	<b>Tabla de medias para la variable Diámetro Ecuatorial del Sistema Radicular de Plántula.</b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>Tabla de medias para la variable Peso de Biomasa de Plántula en Fresco.</b>	<b>30</b>
<b>Figura</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	<b>Fotografía de plántula de pepino tomada del experimento</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>Por ciento de Emergencia de plántula de pepino para los 6 tratamientos.</b>	<b>28</b>
<b>3</b>	<b>Diámetro Ecuatorial del Sistema Radicular de Plántula de Pepino en cm.</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>Peso de Biomasa de Plántula en Fresco.</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>Peso de Biomasa de Plántula en Seco gr.</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>Gráfica Longitud de Raíz Principal de Plántula</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>Número de Raíces Secundarias por Plántula</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>Comparación de pH de los sustratos empleados, antes y durante el experimento.</b>	<b>33</b>

## RESUMEN

La presente investigación se realizó durante el mes de Enero y Febrero del año 2004 en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), dicha investigación tuvo el propósito de evaluar la respuesta de la plántula de pepino en seis sustratos, el testigo, T1 integrado por una mezcla de perlita vermiculita y promix PGX; T2 lombricomposta de café, T3 lombricomposta de vaca, T4 lombricomposta de cabra, T5 mezcla composta mas celulosa (residuos de la industria papelera), y T6 composta de cáscara de cacao,

Para el experimento se utilizó semilla de pepino híbrido Sprint 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.

Las variables consideradas en el experimento fueron: Emergencia de Plántula (EP), Longitud de Raíz Principal de Plántula (LRPP), Numero de Raíces por Plántula (NRP), Diámetro Ecuatorial del Sistema Radicular de Plántula (DESRP), Peso de Biomasa de Plántula en Fresco (PBPF), y Peso de Biomasa de Plántula en Seco (PBPS).

Se utilizó un diseño completamente al azar con seis tratamientos incluido el testigo, y cuatro repeticiones por tratamiento; se efectuaron los análisis de varianza, prueba de Tukey ( $P \geq 0.05$ ) para las variables que resultaron estadísticamente significativas ( $P \geq 0.05$ ), para determinar cual fue el mejor tratamiento.

En el análisis estadístico resultaron con significancia estadística ( $P \geq 0.05$ ) las variables Longitud de Raíz Principal de Plántula y Peso de Biomasa de Plántula en Fresco; de las dos anteriores variables, en la primera resultó como mejor tratamiento el T1 (testigo); mientras que para la segunda, el mejor fue T2 (lombricomposta de pulpa de café). Para las demás variables, aún cuando no hayan resultado con significancia estadística ( $P \geq 0.05$ ), si se puede observar en los valores numéricos la tendencia favorable que tuvieron con respecto al testigo.

## I. INTRODUCCIÓN

La agricultura tradicional ha ofrecido desde sus inicios hasta hoy, alternativas de producción de alimentos para la humanidad, sin embargo, según Torres *et al.* (1997) la vía escogida basada en la intensificación del uso de los recursos naturales ha llevado a un agotamiento del suelo y el agua, de tal manera que si antes resolvió el problema de la producción, hoy empieza a manifestar la tendencia contraria. Por lo tanto es necesario buscar alternativas de producción que garanticen una productividad sostenida.

Una alternativa a la productividad sostenida surge hace poco más de veinte años, ahora llamada agricultura orgánica, y según la NOM-037-FITO-1995, la define como Sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimento de alta calidad nutritiva en cantidades suficientes que interactúa con los sistemas y ciclos naturales en una forma constructiva de forma que promueve vida; mejora y extiende ciclos biológicos dentro del sistema agrícola, incluyendo microorganismos, flora del suelo y fauna, planta y planta; mantiene y mejora la fertilidad del suelo a largo plazo; promueve el uso sano y apropiado del agua, recursos del agua y toda la vida en ésta, en el que, el control de malezas, plagas y enfermedades es sin el uso de insumos de síntesis química industrial.

Por otra parte, la agricultura ha venido evolucionando desde sus inicios hasta nuestros días, dicha evolución ha sido paulatina, abarcando desde nuevas técnicas en la agricultura, hasta los materiales utilizados, tal es el caso de los sustratos que han ocupado un lugar muy importante sobre todo en la producción de plántula bajo invernadero, sin embargo, también se ha extendido su uso en los viveros. Por esta razón, se han estado probando como sustratos, gran cantidad de materiales tanto de origen vegetal, mineral y mezclas.

El presente trabajo de investigación esta enfocado si no en su totalidad a la agricultura orgánica, si se encuentra dentro de esa tendencia; particularmente en aquellos materiales orgánicos, que se utilizaron en esta investigación con el objetivo de probarlos como sustratos.

### **OBJETIVO:**

Evaluar el comportamiento de la plántula de pepino, desde siembra, hasta antes de trasplante, en cinco sustratos orgánicos.

### **HIPÓTESIS:**

Se asume que la lombricomposta de diferentes estiércoles, la mezcla composta+celulosa y composta de cacao, son susceptibles de utilizarse como sustratos en la producción de plántula de pepino, ofreciendo resultados igual o mejores que el sustrato utilizado como testigo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### EL MEDIO O SUSTRATO

Abad (1993), menciona que un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

Ansorena (1994), opina que el suelo mineral es el medio de cultivo universal para el crecimiento vegetal, y define a un sustrato como el medio de cultivo, que además de servir de soporte o anclaje a la planta, tiene que suministrar a las raíces cantidades equilibradas de aire, agua y nutrientes minerales.

Carpenter (1995), define a un sustrato como aquel material que sea económico, que esté disponible inmediatamente, uniforme y completamente libre de patógenos, semillas de malezas o sustancias químicas peligrosas.

### PROPIEDADES DE LOS SUSTRATOS

Fernández *et al.* (1998), mencionan que un sustrato se puede definir por una serie de características físicas, químicas y biológicas, que determinan su comportamiento como medio de cultivo. Por lo que se espera de un sustrato sea el medio de cultivo ideal mediante el cual obtengamos el máximo rendimiento potencial de un cultivo.

Ansorena (1994), menciona que las propiedades físicas son aquellas que podemos ver y sentir: granulometría, color, retención de agua y aireación. Por el contrario las propiedades químicas influyen en el suministro de nutrientes, y no podemos apreciarlas con nuestros sentidos.

Abad (1993), menciona que las propiedades físicas de los medios de cultivo son de primer importancia, ya que una vez que el sustrato esté en el contenedor, y la planta creciendo en él, no es posible modificar prácticamente las características físicas básicas de dicho sustrato.

### **Propiedades físicas:**

Abad (1991), menciona seis propiedades físicas: 1. Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible; 2. Suficiente suministro de aire; 3. Distribución del tamaño de las partículas que permitan buenas condiciones de retención de agua y aireación; 4. Baja densidad aparente; 5. Elevada porosidad que permita una buena aireación y capacidad de retención de agua; y, 6. Estructura estable que impida la contracción o hinchazón del medio.

Por otra parte Ansorena (1994), menciona que las propiedades físicas más importantes que permiten evaluar la capacidad de un material como sustrato son granulometría y porosidad.

### **Granulometría**

Ansorena (1994), define Granulometría como la distribución del tamaño de partículas en un sustrato; mientras que Fernández *et al.* (1998), mencionan que el tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría.

## **Densidad**

Fernández *et al.* (1998), mencionan que la densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente.

La densidad real tiene un interés relativo. Su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2.5-3.0 para la mayoría de los sustratos de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo.

## **Porosidad**

Según Ansorena (1994), la porosidad es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones. La porosidad debe ser abierta, pues la porosidad ocluida, al no estar en contacto con el espacio abierto, no sufre intercambio de fluidos con él y por tanto no sirve como almacén para la raíz. El menor peso del sustrato será el único efecto positivo. El espacio o volumen útil de un sustrato corresponderá a la porosidad abierta. El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, por lo que el equilibrio tensión superficial/fuerzas gravitacionales se restablece cuando el poro queda solo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor determinado.

## **Estructura**

Con respecto a la estructura Fernández *et al.* (1998), mencionan que puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilar. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma

del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas.

### **Retención de humedad**

Ansorena (1994) define a la retención de humedad como la cantidad de agua retenida por el sustrato entre su capacidad de contenedor y el punto de marchitez permanente, en que la planta es incapaz de extraer más agua del medio

### **Propiedades químicas**

Fernández *et al.* (1998), mencionan que la reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrimentos y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza: a) Químicas; b) Físico-químicas; y, c) Bioquímicas, las cuales se detallan brevemente a continuación.

a) químicas. se deben a la disolución e hidrólisis de los propios sustratos y pueden provocar:

- Efectos fitotóxicos por liberación de iones  $H^+$  y  $OH^-$  y ciertos iones metálicos como el  $CO^{+2}$ .
- Efectos carenciales debido a la hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provoca un aumento del pH y la precipitación del fósforo y algunos microelementos.
- Efectos osmóticos provocados por un exceso de sales solubles y el consiguiente descenso en la absorción de agua por la planta.

b) físico-químicas. Son reacciones de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenidos en materia orgánica o los de origen arcilloso (arcilla

expandida) es decir, aquellos en los que hay cierta capacidad de intercambio catiónico; estas reacciones provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta.

c) bioquímicas. Son reacciones que producen la biodegradación de los materiales que componen el sustrato. Se producen sobre todo en materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera CO<sub>2</sub> y otros elementos minerales por destrucción de la materia orgánica. También mencionan que los materiales orgánicos son los componentes que contribuyen en mayor grado a la química de los sustratos, debido principalmente a la formación y presencia de las sustancias húmicas, el producto final más importante de la descomposición de la materia orgánica.

Abad (1991), menciona las siguientes propiedades químicas:

### **Capacidad de Intercambio Catiónico CIC**

Capacidad de Intercambio Catiónico CIC. Es la suma de cationes que pueden ser absorbidos por unidad de peso o del volumen del sustrato. Estos cationes quedan retenidos frente al efecto lixiviante del agua y están usualmente disponibles para las plantas.

Los materiales orgánicos poseen una elevada capacidad de intercambio catiónico, lo que representa un depósito de reserva para los nutrientes, mientras los materiales con baja capacidad de intercambio catiónico con la mayoría de los sustratos minerales, retienen cantidades reducidas de nutrientes y requieren una aplicación frecuente de fertilizantes.

### **Salinidad**

Abad, (1993) define a la salinidad como la concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato.

### **Relación carbono nitrógeno**

Abad (1993) cita que la Relación carbono nitrógeno se usa como el índice de madurez y estabilidad de la materia orgánica. La relación C/N menor de 20 es la óptima para el cultivo en sustratos ya que es un material orgánico maduro y estable cuando se utilizan como medio de cultivo materiales orgánicos inmaduros, existe una inmovilización del nitrógeno y baja disponibilidad de oxígeno provocada por la actividad degradadora de los microorganismos del sustrato. Esto trae como consecuencia daños a las plantas cultivadas en este tipo de material

1. Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
2. Suficiente nivel de sustancias nutritivas asimilables.
3. Baja salinidad.
4. Elevada capacidad tampón y capacidad de mantener constante el pH.
5. Mínima velocidad de descomposición

### **Otras propiedades**

Fernández *et al.* (1998), mencionan dentro de otras propiedades a las biológicas y argumentan que cualquier actividad biológica en los sustratos es claramente perjudicial. Los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes; también pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular. La actividad biológica está restringida a los sustratos orgánicos y se eliminarán aquellos cuyo proceso degradativo sea demasiado rápido.

Este mismo autor menciona que las propiedades biológicas de un sustrato se pueden concretar en:

a) velocidad de descomposición, es función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. La velocidad de composición puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la velocidad de descomposición.

b) efectos de los productos de descomposición, se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa; y a su vez una gran variedad de funciones vegetales se ven afectadas por su acción.

c) actividad reguladora del crecimiento, ésta es provocada por la actividad auxínica en los extractos de muchos materiales orgánicos utilizados en los medios de cultivo.

Abad (1991), menciona dentro de otras propiedades las siguientes:

1. Libre de semillas de malas hierbas, nemátodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
2. Reproducibilidad y disponibilidad
3. Bajo costo
4. Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
5. Resistencia a cambios extremos físicos, químicos y ambientales.

## **TIPOS DE SUSTRATOS**

Según Fernández *et al.* (1998), 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 el origen de los materiales.**

### **Materiales orgánicos.**

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

De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido, etc.).

Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría de los materiales de este grupo 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.).

### **Materiales inorgánicos o minerales.**

De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).

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

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

## **DESCRIPCIÓN DE ALGUNOS MATERIALES UTILIZADOS COMO SUSTRATOS**

### **Composta**

Sandoval y Stuardo, (1998); mencionan que una de las técnicas que permite la biodegradación controlada de la materia orgánica previa a su integración al suelo es el compostaje y el producto final es el conocido como Compost o composta.

Por su parte Noriega y Altamirano, (2001). Argumentan que la composta es la consecuencia de un proceso de descomposición de los desechos orgánicos y consiste en la transformación progresiva de un recurso, hasta la mineralización total de los materiales.

### **Lombricomposta**

Martínez (1996), define a la lombricomposta como excreta de la lombriz, la cual se alimenta de desechos en descomposición, asimila una parte para cubrir sus necesidades fisiológicas y otra parte la excreta. Este material es conocido también como vermicomposta y humus de lombriz. Esta misma autora describe las diferentes composiciones de la lombricomposta, y son:

- a) Composición química la composición y calidad de la lombricomposta está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz.
- b) Composición microbiológica, la composición más importante de la lombricomposta es su carga microbiana, la cual le hace ubicarse, como un excelente material generador de suelos.
- c) Sustancia 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 le facilita a la planta una mejor absorción de nutrientes 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.

- d) Acidez. La lombricomposta tiene un pH neutro con valores que oscilan entre 6.8 y 7.2, característica que le permite ser aplicada aun 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.
- e) Características físicas. Su color varía entre el negro, café oscuro y gris dependiendo del desecho reciclado; no tiene olor y es granulado.
- f) Calidad de la lombricomposta. Una de las reglas existentes para caracterizar la lombricomposta se basa en la capacidad de las plantas para asimilar el producto, por lo que se caracteriza con base en la granulometría; así de acuerdo con su tamaño se tiene: grano fino, es de rápida absorción empleado principalmente en plantas con necesidades urgentes de nutrientes; grano medio, se utiliza en fruticultura y horticultura, básicamente se aplica en mezcla con otros substratos, como tezontle, arcilla y arena, entre otros; grano grueso, su aplicación se hace directamente en campo principalmente en cultivos arbóreos (frutales, forestales) los cuales absorben nutrientes en forma más lenta.

Edwards *et al.*, (1984), mencionan que la vermicomposta es el producto de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica al pasar a través del tracto digestivo de las lombrices.

### **Composta de cáscara de cacao**

Peralta en el 2002, trabajó con cáscara de cacao, la describe como un material de origen orgánico; con un contenido de materia orgánica de 34 %; poseyendo un 17 % de proteína cruda y de 31.93 % de fibra cruda; tiene una densidad muy baja de 220 gramos por litro contenido; posee un alto contenido de cobre, magnesio, manganeso y potasio; tiene un pH de 6.53 y una conductividad eléctrica de 0.720 mmhos/cm.

El mismo autor obtuvo resultados en los que demostró que la cáscara de cacao cuenta con características que la sitúan como un sustrato alternativo al tradicional peat moss. También comprobó que esta puede ser ocupada como sustrato en la producción de plántulas de lechuga.

Nosti (1953), menciona que la cáscara de cacao es depositada generalmente a las orillas de los sembradíos posteriormente se lleva a pozas naturales como relleno o es ocupado como abono en el mismo lugar en donde se quiebra la mazorca del cacao. Este subproducto se “compostea” o se degrada en forma natural dando lugar a lo que la gente de la región llama tierra de cacao, que no es más que la composta de la cáscara de cacao. Dicha tierra es utilizada por muchos agricultores como sustrato o componente de mezcla de sustrato (composta de cáscara de cacao mas suelo de la región 1:1 relación en base a volumen) para producir almácigos hortícolas, cultivos de plantación y plantas ornamentales.

El mismo autor menciona que la utilización más elemental de varios productos del cacao tal es como fertilizante que se devuelve al terreno. Las cáscaras de cacao por si solas suponen siete veces más peso que el total de la cosecha obtenida aproximadamente 4500 Kg de concha por hectárea, a la que va adherida la pulpa y columna placentaria, las cuales contienen aproximadamente 1.8 Kg de calcio; 18 Kg de potasa; 4.5 Kg de ácido fosfórico y 20 Kg de nitrógeno.

García en 1996 obtuvo información personal trabajando en el INIFAP Huimanguillo, Tabasco él menciona que se ha utilizado la composta de cáscara de cacao solo y mezclado con otros productos ya comercializados; como la germanaza que es un compuesto de fibra de coco; en la producción de plántulas de chile habanero y papaya zapote principalmente. Se han obtenido buenos resultados en cuanto a capacidad de retención de humedad facilidad de manejo y obtención de un buen cepellón

### **Perlita**

Fernández *et al.* (1998), describe a la perlita como un material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1.000 -1.200 °C de una roca silíceo volcánica del grupo de las riolitas. Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1,5 y 6 mm, con una densidad baja, en general inferior a los 100 kg/m<sup>3</sup>. Posee una capacidad de retención de agua de hasta cinco veces su peso y una elevada porosidad; su C.I.C. es prácticamente nula (1,5-2,5 meq/100 g); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar a los 5-6 años. Su pH está cercano a la neutralidad (7-7,5) y se utiliza a veces, mezclada con otros sustratos como turba, arena, etc.

### **Vermiculita.**

Fuente Infoagro (2004) La vermiculita se obtiene por la exfoliación de un tipo de micas sometido a temperaturas superiores a los 800 °C. Su densidad aparente es de 90 a 140 kg/m<sup>3</sup>, presentándose en escamas de 5-10 mm. Puede retener 350 litros de agua por metro cúbico y posee buena capacidad de aireación, aunque con el tiempo tiende a compactarse. Posee una elevada C.I.C. (80-120 meq/l). Puede contener hasta un 8% de potasio asimilable y hasta un 12% de magnesio asimilable. Su pH es próximo a la neutralidad (7-7,2).

### **PRO-MIX “PGX “**

Fuente: (Technical Services) ofrece los datos siguientes:

**Componentes:**

\*Turba de sphagnum canadiense, Peat moss (granulación fina) 65 -75 %, vermiculita (granulación fina), cal dolomítica y cal calcita, micronutrientes y macronutrientes, agente humectante.

**Características químicas:**

Micronutrientes: Bo, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn.

Macronutrientes: Ca, Mg, N, P, K, S

pH : 5.5 - 6.5

C.E. : 0.7 -1.2 mmhos / cm

C.I.C. : 90 -130 meq / 100g

**Características físicas:**

Porosidad: 25 - 30 5 de volumen

Capacidad de agua: 700 - 900

Densidad de masa: 130 – 160 g/L

\*Turba: combustible fósil formado de residuos vegetales acumulados en sitios pantanosos y estiércol mezclado con carbón mineral, usado como combustibles.

**DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO DEL PEPINO****Origen**

De Candolle (1919), menciona que El pepino (*Cucumis sativus* L.) es originario de la India.

Vavilov (1951), indica que hay evidencia de que el cultivo del pepino es también originario de Asia y África, siendo utilizado para la alimentación desde hace 3.000 años.

Whitaker y Davis, (1962), mencionan que el cultivo fue introducido a África en el siglo XI, y posteriormente a Inglaterra. También indican que las primeras variedades registradas que fueron desarrolladas en Europa a fines del siglo XII; y por último fue llevado a los Estados Unidos de Norteamérica.

### **Clasificación taxonómica**

Según Engler (1951), la clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino.....Vegetal  
 División.....*Embryophyta siphonógama*.  
 Subdivisión.....*Angiospermae*  
 Clase.....*Dicotyledoneae*  
 Orden.....*Cucurbiteles*  
 Género.....*Cucumis*  
 Especie.....*sativus*

### **Morfología**

Según información de infoagro describe las siguientes características  
 Sistema radicular: es muy potente, dada la gran productividad de esta planta y consta de raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepino posee la facultad de emitir raíces adventicias por encima del cuello.

Tallo principal: anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador. De cada nudo

parte una hoja y un zarcillo. En la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores.

Hoja: de largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino.

Flor: de corto pedúnculo y pétalos amarillos. Las flores aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales, aunque los primeros cultivares conocidos eran monoicos y solamente presentaban flores masculinas y femeninas y en la actualidad todas las variedades comerciales que se cultivan son plantas ginoicas, es decir, sólo poseen flores femeninas que se distinguen claramente de las masculinas porque son portadoras de un ovario ínfero.

Fruto: pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, que vira desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto. Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento.



Figura 1. Fotografía de plántula de pepino tomada del experimento

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

En el apartado de materiales se enlistan y describen brevemente los materiales utilizados en el experimento.

En el apartado de métodos, se describen los tratamientos y variables a evaluar en el experimento, así como la aplicación de un modelo estadístico para poder soportar con validez científica al presente trabajo de investigación.

#### **Localización geográfica**

El presente trabajo se desarrolló durante el lapso de enero-febrero del 2004 en el interior de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, (UAAAN) ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Las coordenadas son 25° 25' 41" latitud norte y 100° 59' 57" longitud oeste, y altitud de 1742 msnm.

#### **Equipo e instalaciones**

Sobre las instalaciones donde se efectuaron todas las actividades necesarias para el experimento se mencionan a continuación:

El tamizado de los sustratos y toma de pH se efectuó en el laboratorio de pedología, mineralogía y física de suelos del departamento de Suelos en el cual se nos facilito tamiz o maya del número 2, un potenciómetro, vasos de precipitado de vidrio de 100 ml y probeta graduada de 200 ml

Las pruebas de germinación estándar del material genético utilizado; el secado, toma de peso fresco y seco de la biomasa de plántulas, se realizó en el laboratorio de ensayo del departamento de Fitomejoramiento donde se nos proporciono papel anchor de 38 cm de largo por 25.5 cm de ancho, olla de

presión o autoclave vertical, cámara germinadora, y báscula digital. En el mismo departamento de Fitomejoramiento pero, en el laboratorio de investigación de semillas se nos facilitó la autoclave para la esterilización de sustratos.

El establecimiento del experimento se efectuó en el invernadero número uno cuya descripción es la siguiente, construido de una estructura metálica pintada de color blanco, pared y techo de vidrio transparente revestido con pintura blanca para disminuir la intensidad de la luz, piso de cemento, con temperatura semicontrolada; cabe mencionar que en su interior se tienen diferentes especies vegetales, pues es un invernadero que se utiliza para diferentes experimentos de investigación.

En este invernadero se nos facilitaron las charolas de polietileno con 60 celdas de 155 ml cúbicos, termómetro ambiental, herramientas para riego, bomba de mochila para aplicación de pesticida, entre los más importantes para desempeñar las labores agronómicas necesarias a lo largo del presente trabajo.

## **Materiales**

Los diferentes materiales utilizados en esta tesis como son lombricomposta de bovino de leche, de caprino y la composta se obtuvieron como producto de trabajos previos de investigación de la universidad dentro del proyecto de agricultura orgánica. La lombricomposta de pulpa de café se adquirió de una empresa que produce de manera comercial en el estado de Veracruz, la tierra de cacao se consiguió en el estado de Tabasco y la celulosa de residuos de papel proviene de una empresa papelera localizada en Saltillo Coahuila, la Perlita, Vermiculita, y el PRO-MIX PGX son sustratos comerciales.

Para el experimento se utilizó semilla de pepino híbrido Sprint 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.

## **Acondicionamiento de materiales**

Para acondicionar el experimento se midieron volúmenes previamente molidos y tamizados de cada uno de los materiales utilizados como sustratos; se midió el pH a cada uno de ellos por el método de extracto de saturación citado por Ansorena (1994) para el caso de este experimento se describe a continuación se depositaron 25 ml de sustrato en un vaso de precipitados de 50 ml se saturó de agua destilada hasta dejar una pasta acuosa; se dejó reposar por tiempo de una hora 15 minutos, y se tomó el pH, de cada uno de los materiales a evaluar.

Efectuado lo anterior se depositaron los sustratos en bolsas de plástico y se desinfectaron en la autoclave a una temperatura de 121 °C por un tiempo de 30 minutos, este proceso se repitió por dos ocasiones más en los dos días inmediatos siguientes.

En lo que respecta a la semilla de pepino se efectuó una prueba de germinación estándar previa a montar el experimento, en dicha prueba se tomaron datos de por ciento de germinación, vigor, y de semillas muertas; longitud de raíz, lo anterior con el objetivo de conocer la calidad de la semilla.

## **Establecimiento del experimento**

**Preparación del sustrato general o base.** Primeramente se hizo una mezcla de los sustratos que integraron el sustrato general o base y que al mismo tiempo fue el que funcionó como testigo el cual quedó integrado de 6 partes de PRO-MIX PGX, tres de vermiculita, y tres de perlita; se agregó agua hasta obtener una mezcla homogénea, se dejó reposar aproximadamente 25 horas antes de depositarla en las concavidades de las charolas donde se sembró la semilla de pepino.

**Llenado de charolas.** Para el llenado de charolas con los sustratos, se midió en una probeta 100 ml de la mezcla del sustrato, cantidad correspondiente a 2/3 del volumen total de la concavidad individual de la charola utilizada para el experimento, se depositó en las concavidades correspondientes de cada charola. Una vez efectuado lo anterior se procedió a llenar la concavidad (50 ml) con el sustrato a evaluar, este sustrato no contenía suficiente humedad por lo que una vez depositado en la concavidad de la charola se procedió a humedecer hasta lograr que estuviera lo suficientemente húmedo para poder efectuar la siembra.

**Siembra.** Una vez preparado todas las charolas con sus respectivos sustrato se procedió a efectuar la siembra la cual se hizo de la siguiente manera:

Con la punta de una pluma se hizo una perforación al centro de la concavidad con una profundidad aproximada de 2 cm. con un diámetro de 8 mm., posteriormente se depositó una semilla por cada concavidad en la perforación hecha con la pluma y se cubrió; acto seguido se aplicó un riego ligero con una regadera, para uniformizar la humedad. Por ultimo se procedió a identificar cada tratamiento.

### **Labores agronómicas y culturales posteriores a establecer el experimento.**

Es importante mencionar que se colocó un termómetro ambiental en el sitio donde se colocaron las charolas con el objetivo de monitorear la temperatura durante el lapso del experimento. A partir de ahí se estuvo efectuando los riegos conforme las necesidades hídricas, así como también tomando los datos sobre la temperatura que imperaba al interior del invernadero.

Una vez concluido el tiempo necesario para poder efectuar el levantamiento de datos se efectuó la medición con vernier de la tasa de crecimiento diaria de:

- Área foliar de plántula ( AFP)
- Altura de plántula. (AP)

También se contabilizaron las plantas emergidas en cada tratamiento para determinar el por ciento de emergencia.

Otra actividad que se efectuó durante la etapa de crecimiento de plántula fue la toma de pH con un potenciómetro de cada uno de los sustratos con el propósito de conocer las condiciones de acidez de cada sustrato.

Dentro del mismo lapso del experimento se llevaron a cabo dos aplicaciones de insecticidas con el propósito de prevenir algún daño al experimento por mosquita blanca.

Concluidas las actividades anteriores se extrajo de manera aleatoria una muestra de cuatro plántulas por cada tratamiento para obtener datos de las variables evaluadas.

## **Metodología**

En este experimento se utilizó un diseño completamente al azar, con 6 tratamientos incluido el testigo, y cuatro repeticiones por tratamiento; el modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = \mu + \zeta_i + \epsilon_{ij}$$

El modelo explica la observación  $i$ -ésima de la población  $i$ -ésima compuesta de una media general  $\mu$  más un componente para la población de que se trata, más de un elemento aleatorio de variación

$Y_{ij}$  = Observación del  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición.

$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  (tratamientos).

$j = 1, 2, 3, 4$ . (repeticiones)

$\mu$  = media poblacional

$\tau$  = efecto verdadero del  $i$ -ésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = efecto verdadero de la  $j$ -ésima unidad experimental sujeta al  $i$ -ésimo tratamiento.

$\epsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$  = El error experimental se distribuye normalmente independiente con una media cero y con una varianza sigma cuadrada ( $\sigma^2$ ).

La unidad experimental es de 24 plantas de pepino en promedio

Para realizar estos análisis se utilizó el paquete de diseños experimentales FAUANL. de Olivares Sáenz, Emilio. 1994. Versión 2.5. de la Facultad de Agronomía UANL. Marín, N. L

### **Descripción de tratamientos**

Se evaluaron 5 materiales de diferente origen, y un testigo el cual es una mezcla de tres materiales diferentes, el mismo testigo funcionó como el complemento del volumen total a utilizar en todos los tratamientos; de tal manera que los tratamientos quedaron 75 por ciento de mezcla testigo + 25 por ciento del sustrato a evaluar.

Descrito lo anterior se mencionan como quedaron integrados los tratamientos; tratamiento uno, mezcla testigo, 25 por ciento perlita + 25 por ciento vermiculita + 50 por ciento PRO-MIX PGX; tratamiento dos, 75 por ciento

mezcla testigo + 25 por ciento lombricomposta de pulpa de café; tratamiento tres, 75 por ciento mezcla testigo + 25 por ciento de lombricomposta de bovino de leche; tratamiento 4, 75 por ciento mezcla testigo + 25 por ciento lombricomposta de caprino; tratamiento 5, 75 por ciento mezcla testigo + 25 por ciento de composta+celulosa; tratamiento 6, 75 por ciento mezcla testigo + 25 por ciento de tierra de cacao.

A continuación se mencionan los criterios utilizados, para evaluar las variables analizadas:

**Emergencia de plántula (EP).** Se contabilizó el número total de plántulas emergidas por tratamiento, para determinar el por ciento total de emergencia.

**Longitud de raíz principal de plántula (LRPP).** Se tomó de manera aleatoria una muestra por cada tratamiento de 4 plántulas y se midió la longitud de la raíz principal en centímetros.

**Número de raíces por plántula (NRP).** Se tomó al azar una muestra por cada tratamiento de 4 plántulas y se contabilizó el número total de raíces secundarias.

**Diámetro ecuatorial del sistema radicular de plántula (DESRP).** Se tomó aleatoriamente una muestra por cada tratamiento de 4 plántulas, y se midió el diámetro ecuatorial del sistema radicular en centímetros.

**Peso de biomasa de plántula en fresco (PBPF).** Se tomó de manera aleatoria una muestra por cada tratamiento de 4 plántulas, se pesaron directamente en una báscula digital y se determinó el peso fresco en gramos.

**Peso de biomasa de plántula en seco (PBPS).** Se tomó aleatoriamente una muestra por cada tratamiento de 4 plántulas, se secaron en una estufa durante 24 horas a temperatura de 65 °C, ya secas se les tomó su peso en gramos en la báscula digital.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado por consideraciones de claridad al trabajo, se subdivide en dos partes: A. Resultados y B. Discusión.

### A. Resultados

#### Análisis de varianza

En el cuadro 1, se muestra el análisis de varianza para las variables en estudio, y en los cuadros 2 y 3 se observan la comparación de medias de las variables Diámetro Ecuatorial del Sistema Radicular de Plántula y Peso de Biomasa de Plántula en Fresco, respectivamente Tukey ( $P \geq 0.05$ ). Y en cuanto a las variables Emergencia de Plántula, Longitud de Raíz Principal, Número de raíces por Plántula, Peso de Biomasa de Plántula en Secos se graficaron los valores numéricos.

Basándose en las evaluaciones y análisis de datos efectuadas con los tratamientos a lo largo del trabajo de investigación, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Cuadro 1. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza de las variables en estudio.**

F. V.	G. L.	EP <sup>1</sup>	LRPP <sup>2</sup>	NRP <sup>3</sup>	DESRP <sup>4</sup>	PBPF <sup>5</sup>	PBPS <sup>6</sup>
TRATAMIENTOS	5	1.975 NS	4.142 NS	4.941NS	12.710*	1.341*	0.002NS
ERROR	18	1.152	2.063	5.180	3.486	0.323	0.002
TOTAL	23						
C. V. (%)		22.02	34.75	16.50	19.42	22.55	25.59

F. V. = Fuente de variación. G. L. = Grados de libertad. <sup>1</sup> = Emergencia de plántula. <sup>2</sup> = Longitud de raíz principal de plántula. <sup>3</sup> = Número de raíces por plántula. <sup>4</sup> = Diámetro ecuatorial del sistema radicular de plántula. <sup>5</sup> = Peso de biomasa de plántula en fresco. <sup>6</sup> = Peso de biomasa de plántula en seco. N. S. = No significativo. \* = Significativo ( $P \geq 0.05$ ). C. V. (%) = Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

Podemos apreciar en el cuadro 1, que no se encontraron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) para las variables: Emergencia de Plántula (EP), Longitud de Raíz Principal de Plántula (LRPP), Número de Raíces por Plántula (NRP), y

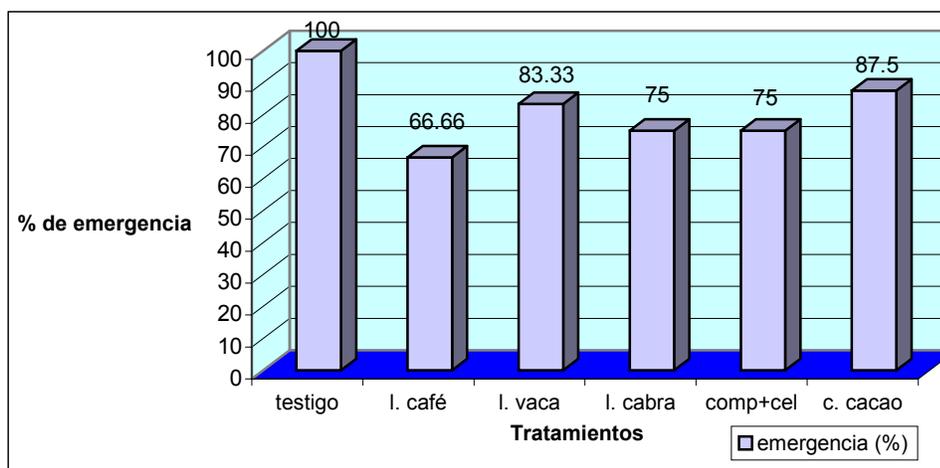
Peso de Biomasa de Plántula en Seco (PBPS); sin embargo, se encontraron diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ ), para las variables Diámetro Ecuatorial del Sistema Radicular de Plántula (DESRP) y Peso de Biomasa de Plántula en Fresco. (PBPF). En cuanto a los coeficientes de variación se obtuvieron en un rango de del 16.50 al 34.75 por ciento, en donde el menor valor la obtuvo la variable Número de Raíces por Plántula (NRP), y el mayor fué para la variable Longitud de Raíz Principal de Plántula (LRPP).

## B. Discusión.

### Análisis de variables

Para la variable Emergencia de Plántula, después de realizar el ANVA no se encontró significancia estadística ( $P \geq 0.05$ ) pero, si se puede notar en la figura 2 que en cuanto al por ciento de emergencia, el testigo obtuvo un 100 % contra el más bajo tratamiento 2 (lombricomposta de café) que fué de 66 %.

**Figura 2. Por ciento de Emergencia de plántula de pepino para los 6 tratamientos.**



En cuanto a la variable diámetro ecuatorial de sistema radicular de plántula hubo significancia ( $P \geq 0.05$ ), por lo que, se realizó la prueba de Tukey ( $P \geq 0.05$ ) la que arrojó mejor resultado fue el tratamiento 1 (testigo) y el peor lo

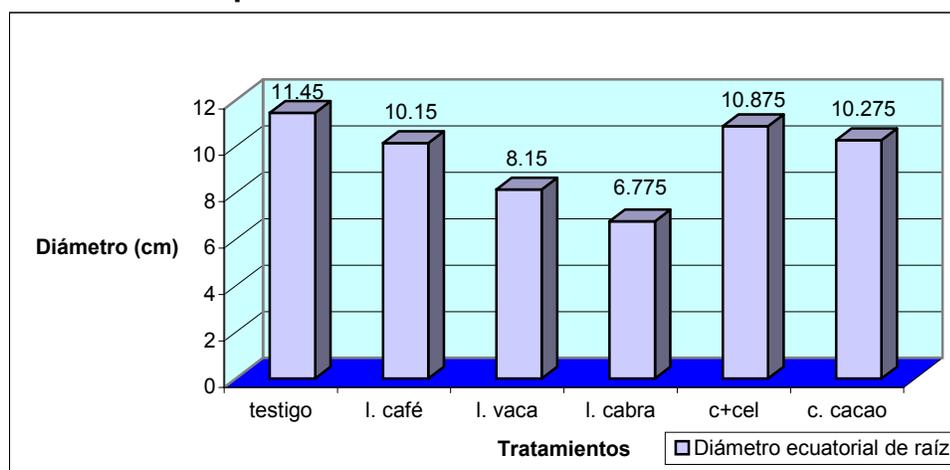
presento el tratamiento 4 (lombricomposta de caprino). Como se puede apreciar en la figura 3, y cuadro 2.

**Cuadro 2. Tabla de medias para la variable Diámetro Ecuatorial del Sistema Radicular de Plántula.**

TRATAMIENTO	MEDIA	
2	3.1555	a
6	3.1233	ab
3	2.5208	ab
4	2.3872	ab
5	2.3672	ab
1	1.5885	c

Nivel de significancia = 0.05. Medias con diferente letra en la columna son estadísticamente distintas.

**Figura 3. Diámetro Ecuatorial del Sistema Radicular de Plántula de Pepino en cm.**



Otra variable en la que hubo significancia ( $P \geq 0.05$ ) fue PBPF, por lo que, se realizó la prueba de Tukey con la que arrojó a los tratamientos 2 (l. café) y 6 (c. cacao) como los mejores y ambos son iguales entre si, seguidos por los tratamientos 3 (l. composta de vaca), 4(l. cabra) y 5 (c. más celulosa) iguales entre si pero, diferentes a los dos anteriores; por último se tiene al tratamiento 1 (testigo) que es diferente de los dos primeros y los tres segundos

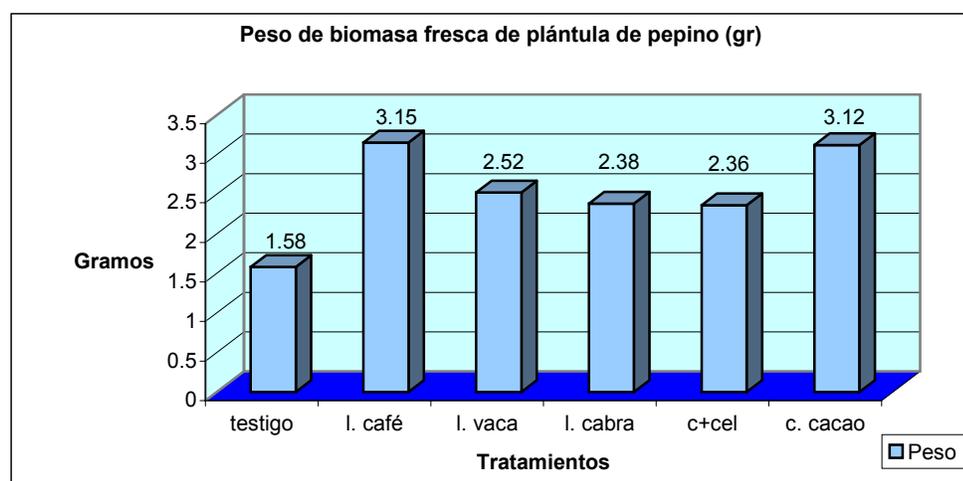
tratamientos, este último es el que obtuvo el menor peso de materia fresca, como se puede observar en el cuadro 3 y la figura 4.

**Cuadro 3. Tabla de medias para la variable Peso de Biomasa de Plántula en Fresco.**

TRATAMIENTO	MEDIA
2	3.1555 a
6	3.1233 a
3	2.5208 ab
4	2.3872 ab
5	2.3672 ab
1	1.5885 b

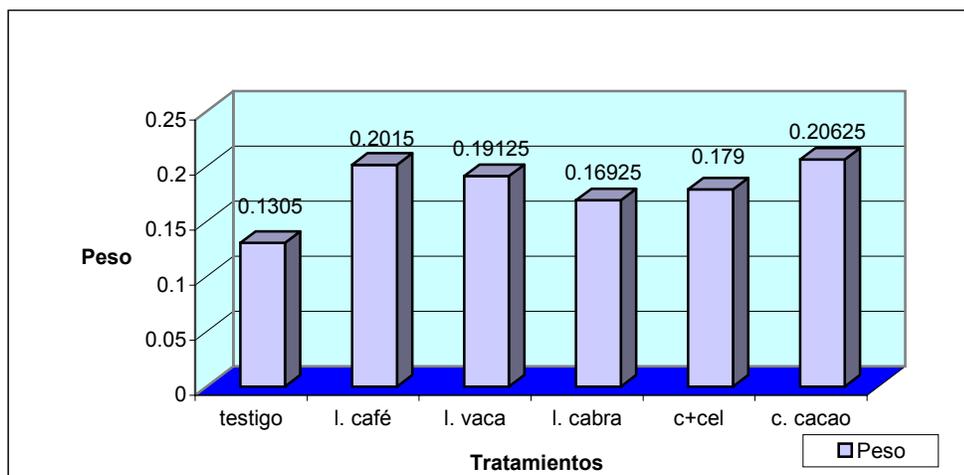
Nivel de significancia = 0.05. Medias con diferente letra en la columna son estadísticamente distintas.

**Figura 4. Peso de Biomasa de Plántula en Fresco.**



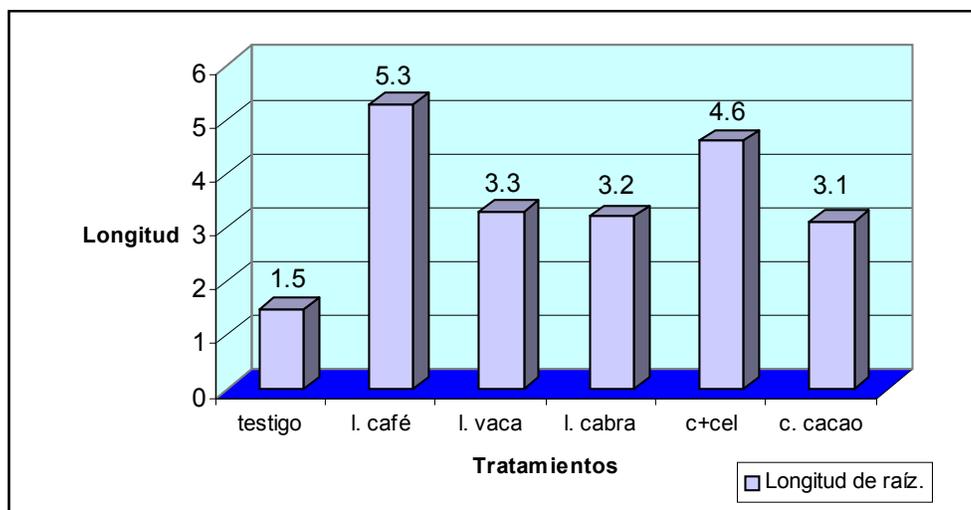
En cuanto a la variable peso de biomasa seca, no se encontró significancia estadística ( $P \geq 0.05$ ); sin embargo, se puede observar los valores numéricos (figura 5) que los tratamientos que obtuvieron los pesos mas altos son: tratamiento 6 (c. cacao) seguidos muy de cerca por los tratamientos 2 (café) y 3 (l. vaca); y muy distante se encuentra en último sitio el tratamiento 1 (testigo). Estos resultados coinciden con los reportados por Verón *et al.*, (2002) también en el cultivo de pepino.

**Figura 5. Peso de Biomasa de Plántula en Seco gr.**



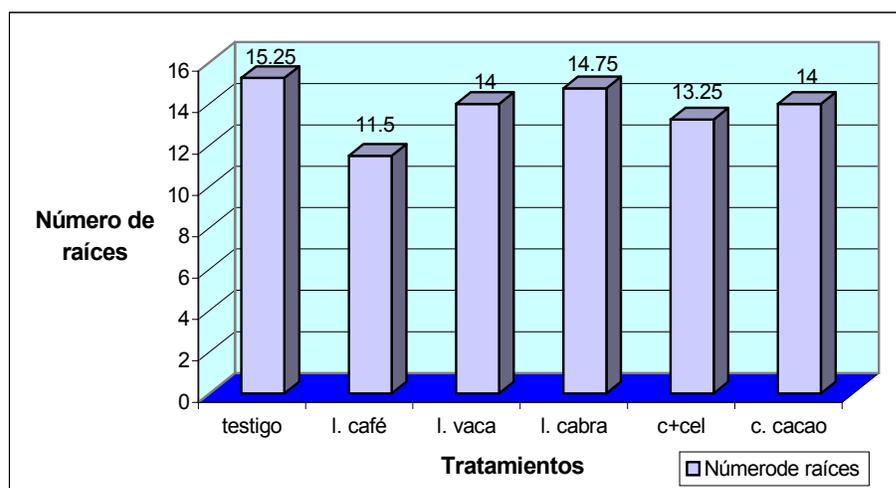
Para la variable longitud de raíz principal no hubo significancia estadística ( $P \geq 0.05$ ) pero, como se puede apreciar en la figura 6 hay una diferencia considerable entre tratamientos mostrando la mejor respuesta de longitud el tratamiento 2 (l. de pulpa de Café) y el que obtuvo menor longitud es el tratamiento 4 (l. Cabra). Los resultados anteriores coinciden también con los reportados por Verón *et al.*, (2002).

**Figura 6. Gráfica Longitud de Raíz Principal de Plántula**



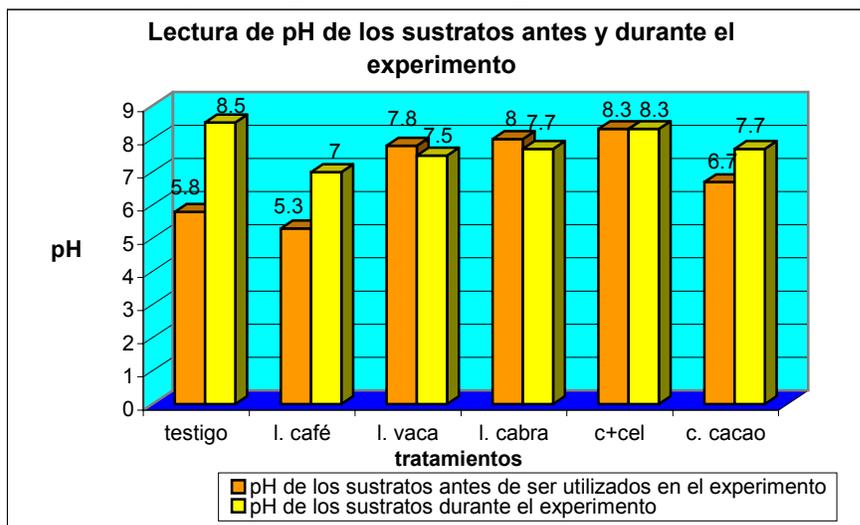
En la figura 7 se muestran los valores numéricos con una tendencia favorable para el tratamiento 1 (testigo) y la peor para el tratamiento 2 (l. café); sin embargo, es preciso mencionar que en el tratamiento 1 las raíces presentaban menor grosor que las raíces del tratamiento 2. esto coincide con Buckerfield y Webster, (1998) citado por Julca *et al.*, (2002) mencionan que se ha encontrado un aumento de diámetro en plantas jóvenes de vid.

**Figura 7. Número de Raíces Secundarias por Plántula**



El pH de los diferentes materiales, se vio alterado con el transcurso del tiempo del experimento, ya que después de efectuar una medición de pH a cada uno de los tratamientos a los 30 días posteriores al establecimiento del experimento se vieron alterados los niveles de acidez (figura 8). También en el tratamiento 5 (composta mas celulosa) y tratamiento 4 (l. Cabra) presentaron amarillamiento en el área foliar, posiblemente por la deficiencia de algún elemento, que no haya tenido buena asimilación como consecuencia de un pH inadecuado.

**Figura 8. Comparación de pH de los sustratos empleados, antes y durante el experimento.**



Es importante señalar que para todas las variables evaluadas, excepto la de diámetro ecuatorial del sistema radicular y emergencia presentaron una respuesta favorable a los materiales de origen orgánico. Esto coincide con Valencia (1972), Castellon *et al.*,(2000); Romero *et al.*,(2000) pues, mencionan que cuando se usan productos orgánicos hay un efecto favorable sobre el crecimiento de plantas de café; Pomo (2002) encontró también respuesta positiva de sustratos orgánicos en pepino y tomate.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando los objetivos la hipótesis y las condiciones en las que se condujo el presente experimento además de haber efectuado todas las actividades y análisis de datos necesarios, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El uso de materiales orgánicos presentó una respuesta favorable en 4 de las variables evaluadas, excepto en dos donde no se obtuvo lo planteado en la hipótesis.
2. Se encontraron respuestas significativas ( $P \geq 0.05$ ) para las variables diámetro ecuatorial de plántula y para la variable Peso Fresco de Biomasa de Plántula de pepino; la lombricomposta de café y la composta de cacao son los sustratos con mayor cantidad de materia fresca seguidos por los de vaca, cabra y composta mas celulosa los cuales sugieren una plántula de buena calidad para el trasplante. No se encontraron diferencias estadísticas para las variables emergencia de plántula, longitud de raíz principal, numero de raíces por plántula y peso de materia seca.
3. Al realizar la prueba de Tukey ( $P \geq 0.05$ ) para la variable diámetro ecuatorial de raíz principal se encontró que el mejor comportamiento fue el tratamiento 1(testigo) y el que presentó el menor diámetro ecuatorial de raíz fue el tratamiento 4 (lombricomposta de cabra).
4. También para la variable peso de biomasa de plántula en fresco se realizó la prueba de Tukey con ( $P \geq 0.05$ ) la que arrojó como el mejor comportamiento al tratamiento 2 (lombricomposta de café), y el que tuvo una menor efecto en cuanto peso lo obtuvo el tratamiento 1 (testigo).

5. Los coeficientes de variación reportados en el ANVA estuvieron con rangos aceptables, sin embargo, el de la variable 2 (Longitud de Raíz Principal de Plántula) con 34.75 % estuvo un poco elevado, pero aún así todavía dentro de lo aceptable.
6. En peso de Biomasa de Plántula en Fresco, es donde se obtuvo respuesta favorable como se esperaba, por lo que a mayor biomasa tenemos también mayor vigor, esta característica nos indica que la plántula puede tener una mejor respuesta de trasplante.
7. En cuanto al número de raíces por plántula se obtuvo un resultado un tanto desfavorable, pues no hay una buena respuesta de crecimiento de plántula en área foliar, que coincida con el buen número de raíces que presenta el sistema radicular. Por lo que se recomienda repetir el experimento, y poder determinar si la variable se mantiene con esa tendencia o se modifica.

## **VI. LITERATURA CITADA**

- Alonso I. P. Efecto de tres sustratos orgánicos y una solución nutritiva en la producción de plántula de tomate. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista. Saltillo. Coahuila. México.
- Abad, M. 1993. Sustratos para el cultivo sin suelo. Almería. España.
- Ansorena, M. J. 1994. sustratos. Propiedades y Caracterización. Ediciones mundi-prensa. España.
- Capistran, F., E. Aranda y J. C. Romero. 2001. Manual de Reciclaje Compostaje y lombricompostaje. 1° Edición; 1° reimpresión. Instituto de Ecología, A. C.; Veracruz. México. 151p.
- Cepeda D. R. A. y Cepeda D. J. M. 2004. Estudios Bioestadísticos en la composición Química de Suelos y de esquilmos agrícolas y pecuarios. Proyecto de investigación básica. Departamento de ciencia del suelo UAAAN Buenavista. Saltillo. Coahuila. México.
- Cepeda D. R. A. y Cepeda D. J. M. 2004 Estudio comparativo genético Nutricional. Pigmentación en Especies animales, Vegetales y el Hombre. Proyecto de investigación básica. Departamento de ciencia del suelo UAAAN Buenavista. Saltillo. Coahuila. México.
- Diggins R V. y Clarence E. B. México. 1976. Vacas lecheras y sus derivados. Compañía editorial Continental S. A. 5ª reimpresión. Pp310 y 311.
- Edwards, C. A., I. Burrows, K. E. Fletcher y B. A. Jones. 1984. The use of earthworms for composting farm wastes. pp 229-24. *In*: J.K.R. Gasser (ed.). Composting of agricultural and other wastes. Els. App. Sci. Publ. London and New York.
- Ferruzi, C. 2001. Manual de Lombricultura. 1° Edición. Editorial Iberoamericana, S. A. de C. V. México. D. F. 58 p.
- Fyler Miller G. JR. 1994. Ecología y medio ambiente. Grupo editorial Iberoamérica. A. G. T. Editor, S. A. Primera Edición. México.
- Gómez T. L., Gómez C. M. A., Schwentesius R. 1999. Desafíos de la Agricultura Orgánica. 1° Edición. Mundi-Prensa. S. A. de C. V. México.
- Grunde y Kevin. 1982. Tratamiento de los residuos agrícolas y ganaderos. Ediciones GEA. Barcelona, España. pp.23, 33, 47.
- Martínez C. C. 1999. Potencial de la Lombricultura, Elementos Básicos para su desarrollo. Primera edición. Lombricultura Técnica Mexicana. México. D. F. 140 p.

- Martínez C. C y R. F. F. Leonel. 2000. Lombricultura y Agricultura Sustentable. 1° Edición. Impreso en México, D. F. 133 p.
- Noriega-Altamirano, G. Altamirano Pérez, A. L. 2001. Producción de abonos orgánicos y lombricultura. Memorias del curso del 19 al 12 de junio. Tantakin, Centro de Desarrollo tecnológico. Maní Yucatán, México.
- Padrón C. E. 1996. Diseños Experimentales con aplicación a la agricultura y ganadería. 1° Edición. Editorial Trillas. México, D. F. 215 p.
- Pacas H. C. R. 2002. Efecto de la Composta en el Cultivo del Pepino (*Cucumis sativus*) en invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista. Saltillo. Coahuila. México.
- Pomo, C. D. 2002. El uso de Sustratos Hortícolas y Bagazo de Algas en la Producción de Plántulas de Pepino (*Cucumis sativus*) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista. Saltillo. Coahuila. México.
- Rodríguez, A. J. M. 1991. Métodos de Investigación Pecuaria. Editorial Trillas México. D. F. Primera Edición. Pp. 88 - 41.
- Rodríguez S. F. 1982. Fertilizantes y Nutrición Vegetal. A. G. T. Editor, S. A. Primera Edición. México.
- Sandoval, A.; Stuardo, A. 1998. Compost: una buena alternativa de sustrato. Centro de semillas de Árboles forestales. Facultad de ciencias Forestales. Universidad de Chile.
- Steel, R. G. Dt. Hames. 1997. Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2° Edición (1° edición en español). Editorial McGrauu-Gill. D. F. México. 622 p.
- Torres T. F. y Trapaga. D. Y. 1997. La agricultura Orgánica. 1° Edición. Plaza y Valdés S. A. de C. V. México.

#### EN INTERNET:

Norma Oficial Mexicana NOM - 037 - FITO - 1995.

<http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino.htm#1.%20origen>

<http://www.terralia.com/revista18/pagina26.htm>

[http://www.uchile.cl/facultades/cs\\_forestales/publicaciones/cesaf/n13/2.html](http://www.uchile.cl/facultades/cs_forestales/publicaciones/cesaf/n13/2.html)

