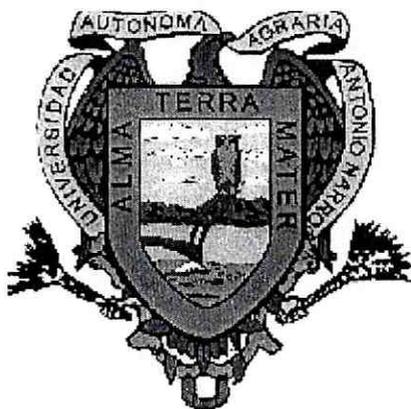


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Comportamiento Fenológico del Chile Chilaca (*Capsicum annum* L.)
en Substratos de Vermicomposta Bajo Condiciones de Invernadero.**

Por

JUAN MANUEL ARANDA SOSA

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**Comportamiento fenológico del Chile Chilaca (*Capsicum annum* L.)
en Substratos de Vermicomposta Bajo Condiciones de Invernadero.**

TESIS

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

POR

JUAN MANUEL ARANDA SOSA

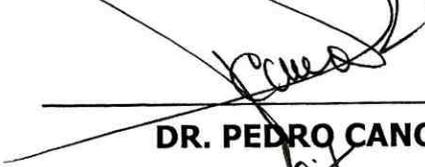
REVISADO POR EL COMITÉ REVISOR

ASESOR PRINCIPAL



M.C. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

COASESOR



DR. PEDRO CANO RÍOS

COASESOR



DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ

COASESOR



ING. JUAN DE DIOS RUIZ DE LA ROSA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**Comportamiento fenológico del Chile Chilaca (*Capsicum annum* L.)
en Substratos de Vermicomposta Bajo Condiciones de Invernadero.**

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO

REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

POR

JUAN MANUEL ARANDA SOSA

PRESIDENTE DEL JURADO



M.C. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL

DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL

DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ

VOCAL SUPLENTE

ING. JUAN DE DIOS RUIZ DE LA ROSA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ

Torreón, Coahuila



FEBRERO 2003

COORDINACION DE LA DIVISION
DE CARRERAS AGRONOMICAS
TIAAAN UL

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Oralia Sosa Pineda

Félix Aranda Segundo

Con mucho amor y agradecimiento, por haberme dado la vida, amor, cariño y sacrificio; por depositar en mi una gran confianza, por enseñarme el mejor de los caminos, por permitir alcanzar mis metas, por compartir mis triunfos y fracasos, por guiarme con rectitud y honestidad, por esto y mucho mas... Dios los bendiga padres míos... Los Quiero.

A MIS HERMANOS

Braulio Por enseñarme bajo tu ejemplo la superación plena.

Toño Por compartir conmigo alegrías y tristezas.

Yesi Por ser la alegría, amor y paciencia y por ser la gran persona que eres.

"Gracias a los tres por compartir conmigo alegrías y tristezas".

Por enseñarme que la esencia de la grandeza radica en la capacidad de optar por la propia realización personal. ... Los Amo.

A MIS TÍAS Y TÍOS.

**MARI, ALICIA, MARIA, MANUELA, JUANA, FINA, ISMAEL, ENRIQUE,
JUAN, FRANCISCO, ARMANDO,**

Por su amistad, cariño y consejos... Gracias.

A MIS PADRINOS.

MARI Y LUIS Por su apoyo y cariño que siempre me han brindado.

A MIS PRIMOS Y AMIGOS.

Por ser mis amigos, mis hermanos, mis compañeros; por estar juntos cuando mas los necesitaba. Y sobre todo por compartir parte de mi vida.

A MIS ABUELOS.

ROSA Y JUAN Por lo que representan en mí.

A DIOS Y A LA VIRGEN DE GUADALUPE.

Por permitirme vivir en este mundo, por la "FE" tan grande que les tengo, Y por darme lo oportunidad de ser alguien en la vida.

A todos aquellos que me dieron su apoyo, amistad y que depositaron su confianza en mi, Gracias.

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater, por acogerme en su seno y brindarme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales.

Al M.C. Alejandro Moreno Reséndez, mis mas sinceros agradecimientos por haberme dado la oportunidad de realizar la presente investigación bajo su asesoría, por la orientación, revisión de la misma y sobre todo por su apoyo y amistad.

Al Dr. Pedro Cano Ríos, por sus valiosas aportaciones y sugerencias para el presente trabajo.

Al Dr. Esteban Favela Chávez, por su participación, revisión y sugerencias en la elaboración final de la investigación.

Al Ing. Juan de Dios Ruiz de la Rosa, por su participación en la revisión de la presente investigación.

A la Ing. Francisca Sánchez Bernal, por haberme trasmitido sus conocimientos, apoyo y sobre todo por su valiosa amistad.

A mis amigos y compañeros de generación, por haberme brindado su amistad.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Origen del chile.....	4
2.2. Propiedades alimenticias.....	4
2.3. Requerimientos climáticos y edáficos.....	5
2.4. Producción hortícola en invernadero.....	5
2.5. Los sistemas hidropónicos.....	6
2.6. Medios de crecimiento para el desarrollo vegetal.....	9
2.6.1. Mezclas de sustratos.....	10
2.6.2. Clasificación de los sustratos.....	13
2.6.3. Propiedades de los sustratos.....	13
2.7. Importancia de la agricultura orgánica.....	17
2.8. Tipos de composta.....	20
2.9. Importancia de la Lombricultura.....	21
2.9.1. Efectos de la vermicomposta sobre el suelo.....	22
2.10. Resultados de investigación con vermicomposta.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1. Ubicación geográfica de La Comarca Lagunera.....	26
3.2. Localización del experimento.....	26
3.3. Materia prima para los medios de crecimiento.....	26
3.3.1. Vermicomposta de lombriz.....	26
3.3.2. Tratamientos evaluados.....	27
3.4. Material vegetal.....	28
3.5. Unidad experimental.....	28
3.6. Preparación de la solución nutritiva.....	28
3.7. Desarrollo del experimento.....	28
3.7.1. Siembra en charolas.....	28
3.7.2. Preparación de los medios de crecimiento.....	29
3.7.3. Riego de las Macetas.....	29
3.7.4. Manejo del cultivo.....	29
3.7.5. Plagas y Enfermedades.....	30
3.8. Variables evaluadas.....	30
3.9. Diseño experimental.....	31
3.10. Análisis de resultados.....	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. Análisis de los tratamientos evaluados.....	32
4.1.1. Largo de fruto.....	33
4.1.2. Número de frutos.....	35
4.1.3. Rendimiento.....	36
4.2. Análisis de la comparación entre tratamientos de vermicomposta.....	38
V. CONCLUSIONES.....	39
VI. SUGERENCIAS.....	40
VII. LITERATURA REVISADA.....	41
VIII. APÉNDICE.....	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Propiedades físicas de un sustrato 'ideal' y de algunos sustratos comúnmente empleados en la producción de plantas ornamentales en maceta.....	15
2. Niveles típicos de enmiendas químicas a incorporarse en sustratos antes de establecer un cultivo. Estas recomendaciones están basadas para un sustrato constituido por 1/3 arena: 2/3 componente orgánico (como turba, corteza o aserrín compostado).....	16
3. Rendimiento en kg/ha de diferentes cultivos fertilizados con vermicomposta y fertilizantes sintéticos conseguidos con la fertilización.....	25
4. Características químicas de la vermicomposta antes de realizar el mezclado con la arena.....	27
5. Cuadrados medios y significancia estadística de los ANOVA, realizados, para las variables altura, largo y diámetro de fruto, rendimiento, y número de frutos para el cultivo del chile chilaca, en los tratamientos evaluados bajo condiciones de de invernadero. UAAAN – UL, 2001.....	33
6. Comparación de medias de tratamiento con la prueba DMS, para la variable largo de fruto de chile chilaca en los tratamientos evaluados, UAAAN – UL 2001.....	34
7. Comparación de medias de tratamientos mediante la prueba DMS, para la variable número de frutos de chile chilaca por planta, UAAAN – UL 2001.....	35
8. Cuadrados medios y significancia estadística de los ANOVA realizados, para las variables altura, largo y diámetro de fruto, rendimiento y número de frutos para el cultivo del chile chilaca en los tratamientos evaluados bajo condiciones de de invernadero, UAAAN – UL, 2001.....	38
9. Comparación de medias de tratamiento por medio de la prueba DMS, para la variable número de frutos de chile chilaca en las vermicompostas evaluadas. UAAAN – UL, 2001.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Características de la variable largo de fruto para el tratamiento VCC 50%(T2).....	34
2. Producción de frutos de chile chilaca en los tratamientos con diferentes niveles de vermicomposta.....	36

ÍNDICE DEL APÉNDICE

Cuadro	Página
A1. Valor promedio de las variables registradas durante el ciclo productivo del cultivo de chile chilaca en diferentes substratos de vermicomposta UAAAN – UL, 2001 – 2002.....	46

RESUMEN.

El crecimiento demográfico, la falta de espacios para generar alimentos, la gran cantidad de residuos generados y la escasez de recursos obligan a buscar alternativas para satisfacer las necesidades de materias primas demandadas. Por otra parte, ante el constante incremento en el costo de los fertilizantes, su impacto en el medio ambiente, sumado a la gigantesca cantidad de desechos orgánicos han obligado a realizar la transformación de estos materiales, con el propósito de disponer de abonos orgánicos, que a) ayudan a recuperar la fertilidad de los suelos y b) que puedan ser utilizados como medios de crecimiento, para favorecer el desarrollo de especies vegetales en invernadero. Así pues, uno de los organismos que provoca la transformación de los residuos orgánicos es la lombriz de tierra, (*Eisenia foetida*) la cual puede desarrollarse fuera de su hábitat natural, descomponiendo estos materiales y generando vermicomposta.

En este trabajo se evaluaron dos tipos de vermicomposta, (V), mezcladas con arena a diferentes niveles. Uno de ellos se originó a partir de estiércol de caballo mezclado con estiércol de cabra con paja de alfalfa (VCC) (1:1, V:V) y la segunda a partir de estiércol de caballo (VC). Ambos materiales, con una concentración de 12.5, 25, 37.5 y 50%, se mezclaron con arena de río (al 87.5, 75, 62.5 y 50% respectivamente), mezclas que se utilizaron como sustrato para estudiar el comportamiento del cultivo de chile chilaca, variedad Anaheim. Como testigo se utilizó un sustrato de arena de río (TA) la cual se regó con solución nutritiva para garantizar el suministro de los elementos requeridos para el desarrollo de esta especie. Se utilizaron macetas de 10 kg, los cuales se manejaron en un diseño completamente al azar en invernadero. En el análisis estadístico se encontró significancia ($P < 0.05$) en la variable largo del fruto en el tratamiento VCC al 12.5 % y diferencia significativa ($P < 0.01$) para la variable número de frutos en el nivel 50 %. Debido al comportamiento de estas variables se puede decir que la vermicomposta satisface las necesidades del chile chilaca bajo condiciones de invernadero en los niveles 12.5 % y 50 %.

I. INTRODUCCIÓN.

El chile (*Capsicum annum*), es uno de los cultivos hortícolas de mayor importancia en México y uno de los de mayor consumo popular especialmente en estado fresco, aunque también se consume procesado en forma de salsas, polvo y curtido. El chile tiene una gran tradición en México, no sólo en la alimentación sino también en la medicina, la industria y la cultura. Esta hortaliza se considera como una de las primeras especies vegetales cultivadas en mesoamérica. Además es un cultivo que genera divisas para el país, ya que México es el principal proveedor de Estados Unidos de América y Canadá en los ciclos de invierno - primavera (noviembre-mayo). Este cultivo cumple con una función socioeconómicamente importante a nivel nacional, ya que requiere de mucha mano de obra para su cuidado durante las etapas de desarrollo vegetativo.

El chile forma parte de la dieta alimenticia de muchos mexicanos, junto con el maíz, el frijol y la papa. Este cultivo se adapta a diversos climas y tipos de suelos del país, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2500 m, por lo cual en México se puede obtener producto fresco en cualquier época del año, además se destaca por ser una hortaliza de fácil conservación. Debido a esto México es el país del mundo con mayor variedad genética de *capsicum*, pero curiosamente no es el productor más importante. Las estadísticas a nivel mundial para esta hortaliza ubican a México en el sexto lugar de producción, después de China, España, Turquía, Nigeria y la India.

Los límites productivos de los cultivos están determinados por la potencialidad genotípica y por las condiciones ambientales. En la actualidad los cultivos hidropónicos han llegado a ser una realidad para los productores que utilizan invernaderos, virtualmente en todas las regiones climáticas, por lo cual existen en la actualidad numerosas y grandes instalaciones de este tipo en diferentes partes del mundo. El cultivo (sin)/(fuera del) suelo o hidropónico no deja

de ser un intento de dignificar la vida del horticultor. Sin embargo, para tener un mayor aprovechamiento de las ventajas que presenta la hidroponia es recomendable tomar en cuenta los factores ambientales y las cualidades que requiere el cultivo para alcanzar una producción de alto rendimiento. De hecho los invernaderos representan la alternativa de acercar el rendimiento de un cultivo al máximo, al eliminar la aleatoriedad del clima y acercar el ambiente a las condiciones óptimas para el crecimiento de diversos genotipos con alto potencial de rendimiento.

En los sistemas de producción contemporáneos es muy común el uso de los fertilizantes sintéticos, los cuales son fabricados a partir de recursos naturales no renovables, los cuales corren el riesgo de agotarse debido a la sobre explotación realizada por el hombre, por este motivo se han buscado alternativas que permitan satisfacer las necesidades de alimentos y de materias primas que se demanden por la humanidad sin descuidar los aspectos sustentables del medio ambiente.

La sustentabilidad indica que la actividad económica debería confrontar las necesidades comunes sin interferir en las opciones futuras, en otras palabras, los recursos que se necesiten en el futuro no deben agotarse para satisfacer las necesidades de consumo actual.

Con el propósito de no agotar los recursos naturales y aprovechar al máximo los residuos orgánicos derivados de la actividad humana, una alternativa que favorece la sustentabilidad, consiste en aprovechar como abono orgánico de gran calidad, la vermicomposta se origina mediante la utilización de lombrices de tierra, que biodegradan todo tipo de residuos orgánicos. En este proceso de biodegradación, las lombrices transforman todo tipo de residuos orgánicos dejando disponibles los elementos nutritivos requeridos por los cultivos para su crecimiento y desarrollo óptimo. Debido a que la vermicomposta es un recurso

renovable de alta calidad, como abono, se pretende aplicar este material en la producción de hortalizas y buscando mejorar su desarrollo vegetativo y productivo. Por lo anterior se pretende lo siguiente:

1.1. Objetivo.

Evaluar el efecto de la vermicomposta sobre el desarrollo fenológico, producción y calidad del cultivo del chile bajo condiciones de invernadero

1.2. Hipótesis.

Los sustratos con vermicomposta satisfacen el desarrollo fenológico e incrementan la producción y calidad del chile chilaca.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Origen del chile.

El chile dulce y el picante que crecen en los diversos países de América pertenecen a la especie *Capsicum annum* L. Esta especie es nativa de la región tropical del nuevo mundo. Jacques (1969) señala que el pimiento es la única especie tradicional que procede del continente Americano; sus lugares de origen son las Antillas y América del sur, sobre todo Brasil donde se encuentra todavía en estado silvestre. Por su parte Pilatti, (2000) menciona que el chile es originario de América del sur, concretamente en el área ocupada por Perú y Bolivia, desde donde se expandió al resto de América Central y Meridional. Aparentemente Colón llevó las semillas del pimiento a Europa y fue aceptada mucho más rápidamente que el tomate (Gordón y Barden, 1984).

2.2. Propiedades alimenticias.

Algunas personas tienen la idea de que el chile causa daños al aparato digestivo, provocando desde irritación al estómago hasta cáncer, pero no hay pruebas de esta suposición. Lo anterior debido a que se ha demostrado que el estómago de un individuo sano produce una mucosa que cubre y protege de sustancias irritantes, como la combinación de chile y jugos gástricos, que pudieran tener un efecto nocivo, aún así, el chile tiene la doble virtud de estimular el apetito o en otros casos calmar el hambre. El chile también ayuda a la absorción de grasas, proteínas y carbohidratos contenidos en otros alimentos; igualmente coopera con el organismo para mejorar la digestión porque aumenta la producción de jugos gástricos y estimula el movimiento de los intestinos en sus (MexAssist, 1995).

El chile es rico en vitamina C - casi más que la naranja o el limón. Aún después de cocinarse, el chile no pierde más de una tercera parte del total de la vitamina C, pero si también se seca, entonces la vitamina se pierde

completamente. El chile también contiene vitaminas A, B1, E y P aunque en menores cantidades, y en estructura se conforma principalmente de carbohidratos, agua, fibra y minerales, y casi cero grasas. Asimismo se le atribuyen poderes afrodisíacos (Mex Assist, 1995).

2.3. Requerimientos climáticos y edáficos.

Según Jacques (1969) el pimiento o chile se desarrolla adecuadamente, a campo abierto en climas cálidos y secos con temperaturas de 15 - 30°C, a temperaturas mayores la formación de frutos es mínima. El cultivo produce rendimientos elevados con precipitaciones entre 600 y 1,200 mm bien distribuidos en su desarrollo, el exceso de lluvias durante la floración produce caída de flores, la humedad relativa óptima es de 70 a 90 %; el Chile Dulce se adapta a altitudes desde 300 hasta 2,000 msnm dependiendo de la variedad. Por su parte, los suelos ideales son los de textura media o ligera, ya sean francos o franco arenosos, profundos y fértiles que tengan adecuada retención y drenaje de agua, el estancamiento de agua puede producir caída de hojas, el pH óptimo del suelo es de 5.5 a 7.0. El cultivo es moderadamente sensible a la salinidad del suelo excepto en la etapa de semillero que es sensible.

2.4. Producción hortícola en invernaderos.

La palabra invernadero, en el sentido agronómico, es aplicada a lugares cubiertos y abrigados para la defensa de las plantas que se desarrollan dentro de los mismos. El invernado es una estructura donde es posible crear y controlar las condiciones climáticas más favorables para el cultivo de plantas y su óptimo desarrollo (Rodríguez, 1991). Sin embargo, a pesar de las características señaladas y de acuerdo con Romero (1988) los sistemas de producción bajo invernaderos presentan las siguientes fortalezas y debilidades.

-Fortalezas:

- Ciclos fenológicos más cortos, mayor control de los factores climáticos, varias cosechas por año.
- Mayor producción y de mejor calidad en menor tiempo y espacio.
- Programación de los picos de cosecha de acuerdo a la demanda y precio del producto.
- Uso más eficiente del agua debido a que: a) se puede contar con un sistema de riego presurizado, goteo, aspersion o micro aspersion, y b) La cubierta generalmente plástica impide la evapotranspiración del agua.

-Debilidades:

- Inversión inicial costosa.
- Error: aplicación más constante de agroquímicos igual o más contaminación.
- Su operación requiere de mano de obra calificada.

El fenómeno de promover la producción agrícola en los invernaderos ha sido el principal factor determinante del desarrollo socioeconómico y demográfico de algunas regiones, aunque como efectos negativos también a producido un fuerte impacto ambiental (Robles 1994).

2.5. Los sistemas hidropónicos.

El precursor de los métodos originales de cultivos sin suelo fue el químico francés Jean Bousignault, quien comenzó sus experiencias antes de 1840 haciendo crecer plantas en tierras artificiales insolubles, como arena, cuarzo y grava impregnadas en soluciones acuosas de fórmulas químicas conocidas. Este método fue mejorado antes de 1860 por Salm Horstmar. Más tarde Sachs y Knop, un botánico y un químico agrícola alemanes mejoraron la técnica demostrando que las plantas terrestres son capaces de absorber los elementos nutritivos a través de simples soluciones acuosas sin ayuda del suelo. Posteriormente en

1929 W. F. Gericke del "Departamento de Nutrición de Plantas" de la Universidad de California en Berkeley, comenzó a realizar cultivos en suelos a escala "semicomercial", usando una modificación al método de cultivo de plantas en soluciones nutritivas sin ningún sustrato. Gericke fue quien utilizó por primera vez el término "hidroponía" el cual se ha seguido empleando hasta la fecha (CENAMAR, 1993), en la actualidad la técnica de Gericke ha sido mejorada y superada en todos los aspectos y existen instalaciones en varios países del mundo que desarrollan cultivos sin suelo a nivel comercial. Con respecto a las funciones hidropónicas en relación con las raíces de las plantas, éstas son parecidas a las que tienen lugar en el cultivo en el suelo. Es más, bajo determinadas circunstancias las ventajas del cultivo hidropónico son evidentes, pues se logran condiciones óptimas requeridas en el área radical de las plantas (CENAMAR, 1993).

Debido a sus características los sistemas de cultivo hidropónicos se dividen en dos grandes grupos:

- Cerrados; la solución nutritiva se recircula aportando de forma más o menos continua los elementos nutritivos que la planta va consumiendo.
- Abiertos o a solución perdida; En los que a soluciones derivadas provenientes de la maceta o contenedor no son recuperadas (Duran, 2000).

Según Duran,(2000) los sistemas de producción hidropónicos presentan las siguientes características:

-Ventajas:

- Expresión máxima de las potencialidades genéticas de las plantas.
- producción de cultivos más homogéneos.
- Los cultivos están exentos de problemas fitopatológicos dependiendo del tipo de sustrato que se utilice para su desarrollo.
- Reducen el consumo de energía eléctrica.
- Mayor eficiencia del agua utilizada.

- Se utilizan los elementos nutritivos minerales de forma eficiente.
- Control más eficiente del desarrollo vegetativo y productivo.
- Se genera una mayor cantidad, calidad y precocidad del rendimiento.
- Programación de actividades más fácil y racional.
- Permiten la posibilidad de automatizar los sistemas de producción.

-Desventajas:

- El costo elevado de la infraestructura e instalaciones que configuran el sistema
- El costo añadido que representa el mantenimiento de las instalaciones.
- El costo de la energía consumida por las instalaciones.
- La producción de residuos sólidos, a veces difíciles de reciclar.
- La acumulación de residuos en los sistemas de riego cuando se utiliza agua de mala calidad.
- La contaminación de acuíferos cuando se realizan descargas improcedentes.
- El costo de las instalaciones y de la energía necesaria para reutilizar parte de los desechos producidos.

En los sistemas de producción hidropónicos es común emplear algún tipo de sustrato, como grava, arena, aserrín, carbón, cascarilla de arroz, etc. A los cuales se les añade una solución nutritiva que contiene todos los elementos esenciales para el óptimo crecimiento y desarrollo de la planta (Duran, 2000).

Adicionalmente, Alpi y Tognomi (1991) han señalado que el sistema hidropónico clásico requiere de recipientes impermeables, un sustrato inerte, depósitos para la recuperación de la solución nutritiva y un sistema de bombeo para la circulación. La circulación de la solución permite al aparato radicular absorber los diferentes elementos nutritivos asegurando al mismo tiempo la ventilación del ambiente. El sustrato del cultivo desarrolla una función de soporte, debe tener un pH neutro o subácido, ser inalterable y no presentar capacidad de intercambio.

Sin embargo, el cultivo hidropónico por su complejidad de gestión, ha tenido, en la versión clásica, una difusión limitada mientras la necesidad de disponer de nuevas técnicas de cultivo ha empujado a la busca de sistemas culturales alternativos en sustitución de los tradicionales, entre los introducidos en la práctica se puede mencionar, "el cultivo en contenedores y la técnica de la película nutritiva (Nutrient Film Technique NFT) (Alpi y Tognomi, 1991).

2.6 Medios de crecimiento para el desarrollo vegetal.

Un sustrato es el medio donde se desarrolla el sistema radicular de un cultivo. En los sistemas hidropónicos, si el sustrato presenta un volumen físico limitado debe encontrarse aislado del suelo y tiene como funciones mantener una adecuada relación entre el aire y la solución nutritiva, para proporcionar a la raíz el O_2 y los elementos nutritivos necesarios, y en el caso de los sustratos sólidos ejercer el anclaje de la planta. No existe un sustrato ideal, ya que cada sustrato presenta una serie de ventajas y desventajas y su elección dependerá de las características del cultivo. Sin embargo, Los sustratos empleados como medios de crecimiento son casi siempre de origen natural y se dividen en orgánicos e inorgánicos (Alpi, 1991),

Los sustratos empleados en macetas para el desarrollo de especies vegetales están conformados por elementos sólidos, líquidos y gaseosos, es decir materiales sólidos constituidos por partículas granulares o fibrosas, agua y aire. En consecuencia, los sustratos contienen partículas de características y tamaños diversos que forman agregados o empaquetamientos al azar. Las características de las partículas y su agrupamiento definen el comportamiento físico de los materiales y la composición del medio de cultivo en sus dos constituyentes principales; fracción sólida y fracción porosa, las cuales a su vez determinan las tres etapas o estados constituyentes de un sustrato; la porción sólida, la porción líquida y la porción gaseosa. La porción sólida o esqueleto está constituido por partículas sólidas, de origen mineral, vegetal, animal o de síntesis industrial. Por su parte, la porción porosa es un elemento dinámico entre la fracción líquida y la

fracción gaseosa, las cuales son antagónicas, ya que cuando esta porción se encuentra ocupada por agua, el aire está ausente y viceversa. Esto implica que el espacio poroso del sustrato alternativamente está ocupado por agua o aire, por lo que es deseable buscar un equilibrio apropiado, entre ambos constituyentes, para el desarrollo adecuado de la raíz (Bastida, 2001).

La retención de humedad, en cantidades adecuadas y de manera homogénea, es la principal característica que se busca en un sustrato, ya que a través del agua las raíces asimilan los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo de los cultivos. Además, se debe tener en cuenta que el agua es requerida por las plantas para llevar a cabo las funciones metabólicas que permiten convertir sustancias minerales (Bastida, 2001).

Un medio de crecimiento adecuado para el desarrollo de las raíces es aquel, que además de servir de soporte y anclaje de las plantas, suministra cantidades adecuadas de agua, elementos nutritivos y aire. Los mejores materiales son aquellos que retienen del 10 al 35 % de aire y del 20 al 95 % de agua, con respecto a su volumen. Por lo general, se considera que un sustrato es adecuado, para el desarrollo de las especies vegetales, si contiene de un 10 a un 30 % de material sólido y el resto es espacio poroso, que en forma equitativa deben intervenir reteniendo humedad y aportando el oxígeno necesario para las dichas especies vegetales que se pretende desarrollar (Bastida, 2001).

2.6.1 Mezclas de sustratos.

Un suelo franco, preferentemente que provenga de jardines, puede ser usado como ingrediente primario, en todas las mezclas para preparar diversos sustratos. Este tipo de suelo no sólo contiene partículas de diferentes tamaños, lo que le permite la formación de buenas estructuras y texturas, sino además posee hongos, bacterias y otros organismos vivos capaces de descomponer la materia orgánica. A través de este proceso se suministran en forma continua los

elementos nutritivo para la alimentación de las plantas. Sin embargo, no es conveniente utilizar suelos provenientes de terrenos cultivados, a menos que se asegure que no se han aplicado en los últimos años herbicidas y pesticidas cuyos efectos puedan ser dañinos para las plantas ornamentales (FIRA, 1995).

De acuerdo con el personal técnico de FIRA (1995) los materiales que se utilizan comúnmente, para preparar las mezclas de sustratos y sus principales características son:

- a) **Harina de hueso** (bone meal): Es un producto natural rico en fósforo y nitrógeno de efecto prolongado y que no quema las raíces. Deberá usarse una vez esterilizada.
- b) **Carbón vegetal** (charcoal): Contribuye a mejorar el drenaje absorbe impurezas además tiene otros usos. El mejor es el que proviene de la madera dura.
- c) **Abonos orgánicos** (estiércoles y compostas): Son diferentes materiales orgánicos, tanto de origen animal como de residuos urbanos, en un avanzado grado de descomposición, que promueven un buen desarrollo de las plantas. Tienen gran aceptación por las ventajas que ofrecen, entre las que se pueden destacar:
 - contribuyen a mejorar la estructura de suelos arenosos y arcillosos permitiéndoles absorber y retener un mayor contenido de humedad en comparación con otros.
 - Cuando se mezclan en forma cuidadosa, se convierten en una buena fuente de elementos necesarios para la sanidad de las plantas. Además de aportar el nitrógeno y el fósforo, poseen la mayor parte de los minerales o microelementos requeridos para el desarrollo vegetal.
 - Neutralizan las toxinas del suelo, particularmente los metales pesados, que son dañinos tanto para las plantas como para los humanos. Así mismo, amortiguan los efectos residuales de los fertilizantes.

- Alteran el pH del suelo, transformando los suelos ácidos en menos ácidos y los alcalinos en menos alcalinos.
 - Contribuyen al mejoramiento de la asimilación de oxígeno por las plantas, favoreciendo el crecimiento más rápido, sobre todo en las primeras etapas.
- d) **Grava:** Se usa en el fondo de los recipientes a fin de proporcionar un buen sistema de drenaje, así como para fines decorativos.
- e) **Tierra de hoja** (leaf mold): Técnicamente es otra forma de turba puesto que está constituida por restos de plantas en descomposición parcial. La tierra de hoja tiene menor capacidad de retención de humedad que la turba de pantano pero es más rica en elementos nutritivos. Se le utiliza como acondicionador del suelo.
- f) **Cal:** Libera parte del fósforo y de la potasa que están atrapados, formando compuestos insolubles. Haciéndolos disponibles para ser absorbidos por las raíces.
- g) **Turba o musgo de pantano** (Peat moss): la turba es un término de amplia aplicación que se refiere a los restos de plantas descompuestas parcial o completamente. La turba de pantano es aquella que se obtiene precisamente de los pantanos, en donde se han acumulado los restos de plantas del genero *sphagnum*, por lo cual se le conoce también en países que hablan el idioma ingles, como sphagnum meat most. La turba se usa como un acondicionador de suelo, puede retener quince veces su peso seco en cantidad de agua, mejora la capacidad de retención de los elementos nutritivos en suelos ligeros; también puede ser usada en suelos más pesados, a fin de mejorar la estructura del suelo mediante la formación de agregados, no libera elementos nutritivos de su composición y agrega acidez al suelo.
- h) **Perlita:** Es una roca volcánica que ha sido expandida por medio de su exposición a temperaturas muy elevadas tiene la misma composición de la arena.

2.6.2 Clasificación de los sustratos.

De acuerdo con Bastida (2001) los sustratos utilizados para promover el desarrollo de las especies vegetales bajo condiciones de invernadero se pueden clasificar en:

- a) **Granulares**, tienen una estructura suelta y sus partículas tienden a ser esféricas, e.g. arena y gravas de tezontle, aunque algunos de estos materiales pueden presentar aristas, que además de dañar la raíz y el tallo de los cultivos, son capaces de perforar los contenedores plásticos. Algunos sustratos orgánicos como la corteza de pino, la cascarilla de arroz y la lombricomposta o vermicomposta se consideran como sustratos granulares;
- b) **Fibrosos**, están constituidos por partículas alargadas de diferentes longitudes y grosores, muchos sustratos orgánicos son fibrosos, e.g., la fibra de coco, la turba, la hoja de encino o pino, las pajas y las fibra de algodón, las cuales pueden ser elásticas o rígidas,
- c) **Laminares**, los sustratos industriales o sintéticos pueden ser de uno u otro tipo, dependiendo del proceso de fabricación y de las características de la materia prima con la que se elaboran. Por ejemplo, la agrolita o perlita están integradas por partículas granulares, mientras que la lana de roca y la fibra de vidrio son fibrosos.

2.6.3 Propiedades de los sustratos.

Burés (1997) ha resaltado que en la caracterización de los sustratos se distinguen tres tipos de propiedades: físicas, químicas y biológicas, La importancia del conocimiento de estas propiedades radica en que de ellas dependerá el manejo adecuado de la fertilización y del riego, y por lo tanto el éxito del cultivo. De hecho, la combinación de la estructura generada por las partículas de sustrato en el espacio y las características del material (naturaleza, composición elemental y estructura interna determinaran las propiedades físicas y químicas de un sustrato.

2.6.3.1 Propiedades Físicas.

Las propiedades físicas son consideradas como las más importantes para un sustrato. Esto es debido a que si la estructura física de un sustrato es inadecuada, difícilmente se podrá mejorar una vez que se ha establecido el cultivo. Ansorena (1994) indica que se entiende por propiedades físicas aquellas que se pueden ver y sentir como: granulometría, calor, retención de agua y aireación. Así pues, las propiedades físicas más importantes de los sustratos (Iskander, 2002) que permiten evaluar la capacidad de un material como sustrato, o comparar diferentes materiales, son por lo tanto: a) la distribución del tamaño de partículas o granulometría; b) porosidad total y su reparto entre las fases líquidas y gaseosas: es decir, capacidad de retención de agua y porosidad de aire; y c) peso húmedo, las cuales se describen a continuación.

- **Granulometría:** La mayoría de las partículas tanto, de componentes orgánicos como de los inorgánicos, para sustratos deberán encontrarse entre 0.5 y 4 mm, y con menos del 20% presente en partículas más finas de 0.5 mm
- **Porosidad Total:** En general, el sustrato deberá tener una porosidad total de al menos un 70% (en base a volumen). Más importante aún es conocer como la porosidad total está repartida entre aquel espacio ocupado por agua y aire.
- **Porosidad de aire:** (espacio ocupado por aire en el sustrato), es probablemente la propiedad física más importante de los sustratos empleados en la horticultura ornamental. Aunque el valor mínimo recomendado de porosidad de aire es 10% (en base a volumen), éste realmente debe ajustarse de acuerdo a la tolerancia de las plantas a niveles bajos de aireación.
- **Retención de agua:** Con respecto a la capacidad de retención de agua por el sustrato, un mínimo de 55% (en base a volumen) es deseable para una maceta

o recipiente de 10 - 15 cm de altura. Asimismo, se desea que el volumen de agua total disponible para la planta debe aproximarse al menos al 30% del volumen total del sustrato.

- **Peso húmedo:** El peso húmedo (o el peso de volumen) también debe ser considerado cuidadosamente, ya que puede resultar en aumentos significativos en el peso de las macetas, particularmente en aquellas de mayor tamaño. Esto es apreciable en labores de espaciado y cargado, además de incrementar los costos de transporte. Los sustratos ligeros suelen ser preferidos, aunque podrían ser no muy deseables en viveros expuestos frecuentemente a fuertes vientos. En el cuadro 1 se presentan las propiedades físicas de diversos sustratos.

Cuadro 1. Propiedades físicas de un sustrato 'ideal' y de algunos sustratos comúnmente empleados en la producción de plantas ornamentales en maceta (Izkander, 2002).

Sustrato	Porosidad Total	Retención de Agua	Capacidad de Aireación	Agua Disponible	Peso Húmedo
	(% , en base al volumen total del sustrato)				(Kg L ⁻¹)
Sustrato Ideal	70-85x	55-70	10-20	> 30	1.0-1.5
Turba ² y – Perlita	93	73	20	48	0.87
Turba- Vermiculita	94	81	13	60	0.99
Mezcla U ³ .	73	62	11	44	1.14

Notas: todos estos valores fueron determinados en sustratos colocados en macetas de 15 cm de profundidad y bajo condiciones de capacidad de contenedor (nego de saturación seguido por drenaje hasta equilibrio hídrico). 2 Se considera turba del musgo *Sphagnum*. 3 Mezcla compuesta de partes iguales de Turba, Arena y Aserrín de Madera de *Sequoia*.

2.6.3.2 Propiedades químicas.

Es importante que al momento de utilizar un sustrato, este medio de crecimiento provea no solo un ambiente físico favorable, sino también un ambiente químico adecuado. Las propiedades químicas de los sustratos influyen en el suministro de elementos nutritivos, lo cual no se puede apreciar con nuestros sentidos. A diferencia de las propiedades físicas de los sustratos, las propiedades químicas si pueden ser alteradas posterior al establecimiento del cultivo (Iskander, 2002).

Así pues, si un sustrato no posee un nivel nutricional adecuado, puede mejorarse añadiendo enmiendas o abonos, o lavando con agua para eliminar el exceso de sales; pero si su estructura física es inadecuada, difícilmente podrá modificarlas, lo que obliga, a realizar un manejo muy cuidadoso de los diversos materiales. Esta imposibilidad de modificar la estructura hace que se de más importancia a las propiedades físicas que a las químicas a la hora de valorar la calidad y seleccionar los ingredientes y mezclas empleadas como sustratos (Bures, 1997). En el cuadro 2 se presentan las enmiendas que se recomienda realizar para mejorar las propiedades químicas de los sustrato.

Cuadro 2. Niveles típicos de enmiendas químicas a incorporarse en sustratos antes de establecer un cultivo. Estas recomendaciones están basadas para un sustrato constituido por 1/3 arena: 2/3 componente orgánico (como turba, corteza o aserrín compostado).

Fertilizante o enmienda	Análisis químico	Tasa de Incorporación (kg m ⁻³)
Nitrato de Potasio (KNO ₃)	13 - 0 - 46	0.6
Superfosfato de Ca Simple	0 - 20 - 0	1.2
Cal dolomítica		3.0
Micromax	12% Fe, 2.5% Mn, 1% Zn, 0.5% Cu, 0.1% B, 0.005% Mo.	1

Nota: Para plantas que prefieren sustratos ácidos, usar un 100% de componente orgánico (como turba, aserrín compostado, corteza compostada, o una combinación de éstas). Además las tasas de incorporación de superfosfato de Ca y cal dolomítica deben de ser reducidos a la mitad.

Además de las enmiendas señaladas se recomienda aplicar los siguientes elementos:

- **Fósforo** es también incorporado al sustrato o mezcla al momento del trasplante, ya sea como superfosfato simple o triple.
- **Potasio** es también comúnmente agregado al realizar el trasplante, aún y cuando ciertos componentes del sustrato (como la arena o inclusive el suelo mineral) contengan algo de K disponible. Este elemento es agregado en forma de una sal soluble como KNO_3 o K_2SO_4 .
- **Hierro**, para satisfacer los requerimientos de hierro (Fe) por las plantas, se debe de agregar al sustrato ya sea una sal de Fe (como sulfato ferroso) o un quelato de Fe. Se sugiere el uso periódico de una solución nutritiva conteniendo aproximadamente 1 ppm de quelato de hierro, como el Sequestrene 138 (Fe-EDDHA), el cual es la fuente más recomendable para este elemento
- **Nitrógeno**, Finalmente, y para asegurar un buen comienzo al cultivo, el nitrógeno (N) debe ser incorporado al sustrato al momento del trasplante. Las formas solubles de N (ejemplos: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ o KNO_3) o fuentes nitrogenadas de liberación lenta (ejemplos: formaldehídos o metilenos de urea, o urea capeada con azufre) pueden ser utilizadas. El N en la forma nítrica (NO_3^-) es altamente lixiviable y debe por lo tanto ser proveído frecuentemente en forma líquida (fertilización) o con fertilizantes de liberación lenta.

2.7. Importancia de la agricultura orgánica.

Se entiende por "orgánico", "ecológico" ó "biológico", en adelante "orgánico", a todo sistema de producción sustentable en el tiempo, que mediante el manejo racional de los recursos naturales, sin la utilización de productos de síntesis química, brinde alimentos sanos y abundantes, mantenga o incremente la fertilidad del suelo y la diversidad biológica y que asimismo, permita la identificación clara, por parte de los consumidores, de las características

señaladas a través de un sistema de certificación que los garantice (herbotecnía, 2002).

El primer paso para entender mejor de qué se trata la agricultura orgánica, es aclarar sus orígenes. Aunque es cierto que en Europa el discurso de Rudolf Steiner, en 1924, generó iniciativas dirigidas a una alimentación y producción de cultivos más sana, con un fuerte desarrollo del sector en los años 60, no es ahí de donde nace la agricultura orgánica. De hecho en América Latina, como en otras partes del mundo, la agricultura orgánica entendida en su forma más amplia, ha sido una práctica milenaria. Así pues desde hace 2000 años los agricultores practican la rotación de cultivos, la reutilización de residuos vegetales, la diversificación de cultivos, prácticas de labranza, manejo de suelo aumentando su fertilidad y la ordenación del agua, que hoy día son conocidas como prácticas de la agricultura orgánica y de la agricultura integrada, especialmente vigentes en comunidades indígenas (Hoeberichts, 2001).

El conocimiento tradicional, las prácticas ancestrales o la falta de acceso a fertilizantes o pesticidas, durante mucho tiempo fue el motivo principal para cultivar orgánicamente en comunidades rurales. Hoy en día, los principales motivos de practicar la agricultura orgánica, a mayor escala, son la salud humana, la protección del medio ambiente y beneficios económicos más altos cuando se le conecta a mercados demandantes. Por años, los investigadores, ambientalistas y productores han resaltado los daños resultantes de una agricultura intensiva, del manejo del monocultivo, de una agricultura altamente mecanizada, del empleo excesivo de fertilizantes y pesticidas y de los efectos negativos que sobre la salud humana se derivan del abuso en el uso de conservadores, colorantes, saborizantes, hormonas, etc., en los alimentos. Por lo tanto, hablar de la agricultura orgánica no es tan solo considerar la parte de los productos orgánicos reconocidos y certificados, sino también reconocer el rol que una agricultura sostenible posee en complementar la función de la agricultura comercial para alcanzar la seguridad alimentaría (Hoeberichts, 2001).

Debido a lo anterior, en diversos foros organizados por la FAO (1999) se ha señalado que la demanda de productos orgánicos ha creado nuevas oportunidades de exportación para el mundo en desarrollo. La agricultura orgánica es uno de los enfoques de la agricultura sostenible. Lo que distingue a la agricultura orgánica de la agricultura convencional es que, esta actividad está reglamentada en virtud de diferentes leyes y programas de certificación, durante el desarrollo de un cultivo clasificado como orgánico están prohibidos casi todos los insumos sintéticos y es obligatoria la rotación de cultivos para fortalecer el suelo.

Sin embargo, la agricultura orgánica todavía es apenas una pequeña rama de la actividad económica, pero está adquiriendo creciente importancia en el sector agrícola de algunos países, independientemente de su estadio de desarrollo. La agricultura orgánica es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistemas, inclusive la diversidad biológica, los ciclos biológico y la actividad biológica del suelo. Hace hincapié en la utilización de practicas de gestión, con preferencia a la utilización de insumos no agrícolas. Esto se consigue aplicando, siempre que es posible, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización de materiales sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema (FAO, 1999).

Por último a manera de complemento se puede señalar que la agricultura sustentable involucra prácticas que preservan los recursos naturales y la biodiversidad, mientras éstas sigan siendo económicamente viables. Estas prácticas pueden incluir el uso de insectos benéficos, el establecimiento de cultivos de cobertera, y/o la aplicación de composta o paja (Porter Humpert, 2000).

2.8. Tipos de composta.

La composta es una herramienta para mejorar la calidad del suelo, ya que este material incrementa la materia orgánica del mismo (alimenta los microorganismos del suelo, e incrementa la capacidad de retención de agua y la concentración de los elementos nutritivos); elimina los organismos patógenos de las plantas; reduce la erosión; el empleo de la composta proporciona una alternativa contra el uso de estiércol crudo el cual puede introducir organismos patógenos; y proporciona una fuente de elementos nutritivos de liberación lenta (Porter, 2000).

La composta según Rodríguez (2000) se clasifica atendiendo al origen de sus materias primas, así se distinguen los siguientes tipos:

- **De maleza.** El material empleado es vegetación de sotobosque, arbustos, etc., excepto coníferas, zarzas, cardos y ortigas. El material obtenido se utiliza generalmente como cobertura sobre la superficie del suelo (acolchado o "mulching").
- **De maleza y broza.** Similar al anterior, pero al que se le añade broza (restos de vegetación muertos, evitando restos de especies resinosas). Es una composta de cobertura.
- **De material vegetal con estiércol.** Procede de restos de vegetales, malezas, plantas aromáticas y estiércol de equinos o de pequeños rumiantes. Este tipo de composta se incorpora al suelo al momento de realizar el barbecho, dejándolo madurar sobre el suelo durante varios días antes de incorporarlo mediante una labor.
- **Compost tipo Quick-Return.** Está compuesto por restos vegetales, a los que se les ha añadido rocas en polvo, cuernos en polvo, algas calcáreas, activador Quick Return, paja y tierra.
- **Composta activada con levadura de cerveza.** Es una mezcla de restos vegetales, levadura fresca de cerveza, tierra, agua tibia y azúcar.

2.9. Importancia de la Lombricultura.

Las lombrices juegan un papel importante para la incorporación de materia orgánica dentro del suelo y la construcción y mantenimiento de una buena estructura del suelo. Ellas, por lo tanto, son esenciales para mejorar la utilización de la materia orgánica incorporada y, por lo tanto, para el crecimiento de las plantas, especialmente dentro de un sistema agrícola extensivo, tales como las granjas orgánicas, las cuales están basadas en la liberación de elementos nutritivos de la materia orgánica que se reincorpora (Hansen y Engelstad, 1999).

Bastida (2001) destaca que el término lombricultura o vermicultura, proviene del latín *vermes* = *gusano* y *cultura* = *conocimiento*. Por lo tanto, la lombricultura se define como la utilización de las lombrices de tierra como agentes biológicos. También señala que la lombricultura es la producción intensiva de lombrices de tierra en condiciones de cautiverio, estos organismos se emplean para el procesamiento de toda serie de residuos orgánicos, los cuales son transformados en substratos o abonos orgánicos con alto contenido de elementos nutritivos, conocidos como lombricomposta o vermicomposta.

Como ya se menciona, la lombricultura es una tecnología basada en la cría intensiva de lombrices para la producción de humus a partir de un substrato orgánico. Es un proceso de descomposición natural, similar al compostaje, en el que el material orgánico, además de ser atacado por los microorganismos (hongos, bacterias, actomicetos, levaduras, etc.) existentes en el medio natural, también lo es por el complejo sistema digestivo de la lombriz. La lombricultura tiene amplias perspectivas, ya que es un negocio de producción diversificada que puede generar excelentes ingresos económicos provenientes de la comercialización de la lombriz y el vermicomposteo (E.M A S. L., 2000).

La lombricomposta representa una alternativa ecológica para la transformación biológica de prácticamente todos los residuos, desechos y basuras orgánicas, que en la mayoría de los casos representan materiales de gran riesgo para la salud humana (Bastida, 1999). La Lombricultura se practica actualmente con varios propósitos: por una parte está la que se conoce como lombricultura doméstica y la lombricultura alternativa que se denomina.

- La lombricultura doméstica; es practicada por personas con un alto sentido de la ecología para reciclar los residuos domésticos, de cocina y jardín, por medio de la utilización de métodos que no dañen la estabilidad del medio ambiente.
- La lombricultura alternativa; es la que ofrece una alternativa adecuada para el tratamiento de residuos orgánicos contaminantes, tales como restos de cosechas, desperdicios, estiércoles, residuos industriales de origen orgánico (mataderos, papeleras, agroindustrias), etc., para la producción de abonos orgánicos o humus de lombriz para su comercialización.

Por ultimo es importante destacar, que los conceptos y prácticas de reciclado, compostaje, lombricultura, abonado y cultivos naturales pueden ser desarrollados en espacios reducidos, y puede ser una sencilla experiencia pedagógica. Practicar la lombricultura es poner en marcha los ciclos interrumpidos de nuestra civilización, es detener la evolución actual y comenzar la evolución futura, finalmente la lombricultura puede ser una actividad empresarial (A. I.,2001).

2.9.1. Efectos de la vermicomposta sobre el suelo.

El efecto de la vermicomposta es muy favorable sobre la estructura del suelo. La agrupación de las partículas en agregados de tamaño medio le imprime las siguientes características al suelo (Reines, 1998).

- Incrementa la circulación del agua y el aire.
- Aumento de la permeabilidad.
- Mayor retención de agua.
- Menor cohesión del suelo.
- Mejora los suelos arcillosos y arenosos.
- La vermicomposta no despidе olores.
- La capa que lo contiene es suelta y uniforme.
- Equilibra las funciones químicas del suelo debido a sus condiciones de humificación y mineralización de la materia orgánica nitrogenada, facilitando la absorción de los elementos nutritivos por parte de las plantas.
- Aumenta la capacidad de cambio de iones del suelo por la formación de complejos arcillo – húmicos absorbentes y es reguladora de los elementos nutritivos de las plantas.
- Favorece la formación de complejos potasio – húmicos que mantienen el potasio asimilable por las plantas.
- Atenúa la retrodegradación del potasio.
- Desprende el gas carbónico que se obtiene de la oxidación lenta de la vermicomposta, solubiliza ciertos minerales, con lo cual moviliza los elementos esenciales hacia las plantas.

2.10. Resultados de investigación con vermicomposta.

Diversas investigaciones han demostrado que la vermicomposta de las lombrices (*Earthworm castings*) tiene una excelente aireación, porosidad, estructura, drenaje, y capacidad de retención de humedad. La vermicomposta utilizada como un sustrato, es un fertilizante orgánico el cual es procesado por medio de la utilización de lombrices transformándolo en un medio que satisface las necesidades de los cultivos en los cuales se utiliza o fue utilizado. Por lo tanto se considera un buen medio de producción de cultivos en condiciones de invernadero (Riggle, 1998; Subler, 1998; Zarate, 2001; Aguilera, 2002).

En experimentos con arbustos ornamentales (crisantemos y petunias), col, chile, pepino y tomate se obtuvo una mayor velocidad de germinación y un mejor crecimiento de las plantas - en el caso de las petunias su floración fue más rápida: posiblemente debido a un efecto hormonal - cuando estas especies se desarrollaron en un medio de crecimiento que contenía vermicomposta, al compararse con medios de crecimiento comerciales como la turba, la arcilla Kettering o la corteza de pino. Los medios de crecimiento que contenían mezcla de vermicomposta y sustratos comerciales generaron mejores efectos sobre el crecimiento que las macetas que contenían 100% de vermicomposta, ya que este material tiende a secarse más rápido que las diferentes mezclas, por lo tanto dichas mezclas se consideraron como un magnifico medio de crecimiento para las plantas y por lo tanto, esta situación tiene un potencial comercial significativo (Sherman-Huntoon, 1997).

Una tendencia consistente e interesante en los ensayos en los que se han evaluado el crecimiento de las plantas en macetas, es que la mejor respuesta de las plantas ocurre cuando la vermicomposta constituye de un 10 a un 20% del volumen de la mezcla, ya que con una mayor proporción de dicho material no siempre se logró mejorar el crecimiento de la planta. En algunos casos, aún con tan sólo el 5% de vermicomposta en la mezcla utilizada, se obtuvieron respuestas significativas, con lo cual se ha podido suponer que los resultados obtenidos fueron simplemente una función del contenido de elementos minerales en la vermicomposta – quizá relacionada con el incremento de la disponibilidad de los microelementos, con la presencia de reguladores de crecimiento de la planta, o con la actividad de los microorganismos benéficos dentro de la vermicomposta (Subler *et al.*, 1998).

Los experimentos efectuados con vermicomposta en distintas especies de plantas, en Michoacán, demostraron el aumento de las cosechas en comparación

con aquellos provenientes de la fertilización con estiércol, o con abonos químicos como se puede comprobar en el cuadro 3:

Cuadro 3. Rendimiento en kg/ha de diferentes cultivos fertilizados con vermicomposta y fertilizantes sintéticos conseguidos con la fertilización.

ESPECIE VEGETAL	VERMICOMPOSTA	QUÍMICOS
Trigo	116	40
Maíz	210	70
Zanahoria	520	20
Berenjenas	600	200
Tomates	820	400
Papas	350	100
Soja	52	28

En el trabajo realizado por Zarate (2002) en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero se utilizaron cuatro tipos de vermicomposta con niveles de 25, 50, 75 y 100 %. Y se encontró diferencia significativa en tres de las variables evaluadas °Brix, número de racimos y número de frutos, esto comparándolo con el tratamiento testigo TA, al cual se le aplicó solución nutritiva, y en los resultados entre vermicomposta la que mejores resultado obtuvo en las variables evaluadas fue el T4 el cual está preparado a partir de estiércol de cabra con paja de alfalfa + zacate chino en el nivel de 50 %. Por su parte, en el experimento realizado por Aguilera (2002) encontraron resultados satisfactorios para el cultivo de chile chilaca bajo condiciones de invernadero para las variables rendimiento, diámetro y número de frutos total utilizando dos tipos de vermicomposta Aa, a partir de estiércol de cabra con paja de alfalfa, y Bb, a partir de estiércol de cabra con paja de alfalfa + zacate chino en concentraciones de 12.5, 25, 37.5 y 50 %.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Ubicación geográfica de La Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se localiza en la parte central de la porción Norte de México, se encuentra ubicada entre los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste y los paralelos 25° 05' y 26° 54' de longitud Norte. La altitud de esta región es de 1,139 msnm. La temperatura promedio en los últimos 10 años es de una máxima de 28.8°C, una mínima de 11.68°C y una temperatura media de 19.98°C.

3.2 Localización del experimento.

El experimento se llevó a cabo en el invernadero del Departamento de Horticultura, localizado dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – UL, la cual se ubica en Periférico y Carretera a Santa Fe, en Torreón, Coahuila, México. El invernadero tiene cubierta de plástico semicircular, el cual cuenta con; cubierta de acrílico reforzado, pared húmeda, dos extractores, con sistema de riego por aspersión y goteo, sus dimensiones son de 8 m de ancho y 23 m de largo.

3.3 Materia prima para los medios de crecimiento.

3.3.1 Vermicomposta de lombriz.

La vermicomposta de lombriz se obtuvo a partir de estiércol de caballo (VC), y la mezcla al 50% de estiércol de caballo + estiércol de cabra con paja de alfalfa (VCC) estos materiales estuvieron en contacto con lombrices de tierra del tipo Roja californiana (*Eisenia foetida*) durante un periodo aproximado de tres meses. Los dos tipos de vermicomposta, mezcladas con arena de río generaron

los tratamientos que se evaluaron en el presente experimento. Antes del mezclado se realizó el análisis del contenido de elementos en cada vermicomposta (cuadro 4).

Cuadro 4. Características químicas de la vermicomposta antes de realizar el mezclado con la arena.

V	MO %	P ppm	N %	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	Ca meq L ⁻¹	Mg meq L ⁻¹	Na meq L ⁻¹
VC	24.74	2229.72	0.948	1.82	26	12	21.2	14.67	0.84	8.43
VCC	17.28	963.55	0.696	1.64	45	12.2	20.4	14.02	0.77	5.74

V = vermicomposta; VC = Vermicomposta a partir de estiércol de caballo; VCC = Vermicomposta a partir de la mezcla al 50% de estiércol de caballo y estiércol de cabra con paja de alfalfa.

3.3.2 Tratamientos evaluados.

Los tratamientos del ensayo se originaron a partir de la mezcla de material inerte (arena de río esterilizada por insolación durante 72 horas) con cuatro niveles de vermicomposta (a = 12.5, b = 25, c = 37.5, d = 50 % en peso). El material restante para llenar macetas de 10 kg de capacidad fue, como ya se señaló arena de río (al 87.5, 75, 62.5 y 50 %). De estas mezclas se originaron ocho tratamientos los cuales además de compararse entre sí, se compararon con un tratamiento testigo (TA) que utilizó como substrato arena de río, en el cual se dosificaron los elementos nutritivos a través de una solución nutritiva. En total se manejaron nueve tratamientos con cuatro repeticiones.

3.4 Material vegetal.

El material vegetal del cultivo del chile utilizado fue la variedad Anaheim, del tipo chilaca, el cual presenta un crecimiento indeterminado, fue trasplantado y establecido en el invernadero de la UAAAN-UL, en el ciclo P-V del 2001.

3.5 Unidad experimental.

Dentro del invernadero se colocaron cuatro filas con una sola hilera de plantas dando un total de 40 macetas por toda el área en el cual se realizo el experimento. El área ocupada por el experimento fue de 8 m².

3.6 Preparación de la solución nutritiva.

La solución nutritiva se preparó en base a la fórmula general para las hortalizas, esta se utilizó para regar las macetas con substrato de arena con la siguiente concentración (ppm) N = 300; P = 80; K = 200; Fe = 2; Mn = 0.5; Br=0.5; Cu =0.25; los materiales utilizados para preparar la solución fueron: (18 – 40 – 00), (00 – 00 – 60) y (28 – 00 – 00). La preparación de la solución se realizó en 200 L de agua, para neutralizar el pH de la solución se agregaron 30 mL de ácido sulfúrico. De esta solución madre se prepararon disoluciones al 50% y al 100% con agua de uso común, las cuales se utilizaron en dos etapas fenológicas del cultivo: la primera disolución se aplicó después del transplante hasta inicio de floración y la segunda disolución durante la etapa de producción.

3.7 Desarrollo del experimento.

3.7.1 Siembra en charolas.

La semilla de chile se sembró en charolas de unicel de 200 celdillas el 28 de abril del 2001. Para la germinación de la semilla de chile se utilizó como substrato Peat moss, el cual fue previamente humedecido, después se realizó la siembra depositando una semilla por cada celdilla y por ultimo se cubrió con una capa adicional del substrato. La charola se colocó dentro del invernadero y se aplicaron riegos con agua de la llave cada tercer día hasta el momento del transplante.

3.7.2 Preparación de los medios de crecimiento.

Primero se cribó la arena, y la vermicomposta en una malla de 5 mm, se realizaron las mezclas de vermicomposta con arena en los diferentes niveles, se llenaron las macetas, que consistieron en bolsas de polietileno color negro (tipo vivero) de calibre 500 de 20 x 27 cm de alto y ancho con capacidad de 10 kg aproximadamente. Las macetas se colocaron dentro del invernadero posteriormente se regaron todas las macetas, y después se colocó por medio de transplante una planta en el centro de la maceta. El transplante se realizó el 20 de mayo del 2001 y una vez realizado éste se aplicaron riegos cada tercer día.

3.7.3 Riego de las Macetas.

Después del transplante hasta el término de 24 días se aplicaron riegos cada tercer día con agua de uso común, a partir del 29 de mayo se realizaron los riegos con solución nutritiva aplicando un volumen de medio litro por maceta, para el tratamiento testigo, mientras que para los tratamientos de vermicomposta se siguió utilizando únicamente agua de uso común con medio litro por planta en las dos primeras semanas y dos litros hasta el final del ciclo productivo del cultivo.

3.7.4 Manejo del cultivo.

La única practica fue la de colocar un amarrado de sedal o rafia sobre la estructura del invernadero que sirvió como tutor de las plantas durante todo el ciclo del cultivo.

3.7.5 Plagas y Enfermedades.

Durante el ciclo fonológico del cultivo se presentaron las siguientes plagas; pulgón amarillo (*Aphis sp*) y minador de la hoja (*Agritis sp*). Para combatir el

pulgón se utilizó una solución de detergente, $\frac{1}{2}$ kg en 20 L de agua, mientras que el minador de las hojas se eliminó manualmente después de revisar cada planta dos veces al día. En cuanto a enfermedades se refiere no se presentó ningún problema o caso de enfermedad fungosa aunque para evitar problemas de este tipo durante el desarrollo del cultivo se aplicó Zineb 80 (36 g/20 L de agua), como medida preventiva tan bien se aplicó, Dimetoato 75 ml/20 L de agua.

3.8 Variables evaluadas.

a) Altura de la planta.

La altura de la planta se determinó durante el ciclo del cultivo, consistió en medir las plantas cada ocho días con el uso de una cinta métrica registrando esta variable desde la base de la planta hasta la parte superior de la misma.

b) Número de frutos.

Se contabilizaron todos los frutos con calidad comercial durante la etapa de producción.

c) Diámetro del fruto.

Para la obtención del diámetro se utilizó un vernier (pie de rey).

d) Largo del fruto.

El largo del fruto fue realizado mediante la utilización de un vernier (pie de rey).

e) Rendimiento.

Para la clasificación del rendimiento del chile se tomó en cuenta la producción de los frutos con calidad comercial, por lo cual después de cada corte se registró su peso por tratamiento.

3.9 Diseño experimental.

Se utilizó un diseño completamente al azar, con tres tratamientos a cuatro niveles cada uno y cuatro repeticiones.

3.10 Análisis de resultados.

Para el análisis de los resultados se utilizó el programa Statystical Análisis System (SAS) for Windows, Institute Inc., desarrollado por Barr y Goodnight en 1972, en la Universidad Estatal de Carolina del Norte. El análisis de los datos se realizó en dos fases: la primera tomando en consideración el tratamiento con arena y solución nutritiva y la segunda considerando únicamente los ocho tratamientos con un arreglo factorial 2×4 .

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El proceso de análisis de los datos obtenidos, fue realizado mediante dos fases; la primera consistió en el análisis de nueve tratamientos que se emplean en el experimento mediante un diseño completamente al azar y realizando la prueba DMS para la comparación de medias de tratamiento, con la intención de tener las diferencias de los tratamientos generados con los diversos materiales que dieran origen al sustrato de vermicomposta y la cantidad que requería fuese aplicada para cada material con el testigo (arena + solución nutritiva).

4.1 Análisis de los tratamientos evaluados.

De acuerdo a los resultados obtenidos (cuadro 5) en los análisis de varianza efectuados a las diferentes variables, se concluyó que en dos de las variables se presentó diferencia significativa; largo del fruto ($P < 0.05$) y número de frutos ($P < 0.01$) para los cuales se realizó la prueba DMS con el propósito de comparar los ocho tratamientos que se originaron de las dos vermicompostas a diferentes niveles y el tratamiento testigo. Por lo que respecta a las tres variables restantes, Altura, rendimiento y diámetro, como se puede apreciar en el cuadro 5, no se presentó diferencia significativa.

4.1.1 Largo de fruto.

En el análisis de varianza (cuadro 5) se aprecia que la variable largo del fruto resultó con diferencia significativa ($P < 0.05$) entre tratamientos lo cual se corroboró con la prueba DMS (cuadro 6) en este cuadro se observa que el tratamiento VCC 12.5% (de vermicomposta a partir de estiércol de caballo +

estiércol de cabra con paja de alfalfa) sobresalió por encima de los demás tratamientos obteniendo un valor promedio de 19.3 cm ubicándose en el primer grupo estadístico (a), lo cual indica que fue el mejor tratamiento para esta característica, También se puede observar que los tratamientos VC 25 % y VC 50% (de vermicomposta a partir de estiércol de caballo), VCC 25 %, VCC 37.5 %, y VCC 50% (de vermicomposta a partir de estiércol de caballo + estiércol de cabra con paja de alfalfa), son estadísticamente iguales con respecto al tratamiento VCC 12.5 %.

Cuadro 5 Cuadrados medios y significancia estadística de los ANVA, realizados, para las variables altura, largo y diámetro de fruto, rendimiento, y número de frutos para el cultivo del chile chilaca, en los tratamientos evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN – UL, 2001.

Fuente de variación	gl	CUADRADOS MEDIOS				
		Altura	LF	R	DF	NFP
Tratamiento	8	453.43ns	4.69*	32.97ns	0.61ns	30.56**
Error	27	251.601	1.889	16.790	0.040	8.361
Total	35					
CV (%)		24.49	7.84	16.55	7.62	31.64

*,**= Significancia al 1%, ns = No significativo; LF= Largo de fruto; DF= Diámetro de fruto; NFP= Número de frutos por planta; R= Rendimiento.

Los tratamientos VC 37.5 % y VC 12.5 % (de vermicomposta a partir de estiércol de caballo) fueron los tratamientos de vermicomposta que presentaron el largo de fruto más bajo quizás se debió a que el posible contenido químico de ambos niveles de vermicomposta (elementos nutritivos) no estaban o no se encontraban disponibles para la planta. Seis de los ocho tratamientos que contenían un nivel de vermicomposta, excepto VC12.5 % y VC 37.5 %, generaron una respuesta más favorable en cuanto al largo de fruto, superando al tratamiento testigo (TA) el cual presentó el largo de fruto más corto. Con respecto a la variable largo de fruto se destaca que en todos los tratamientos se alcanzó el valor de 15 – 20 cm de largo de fruto Jarero (s/n), pero el tratamiento VCC 12.5 % generó frutos con una longitud muy cercana al valor máximo para esta característica.

Cuadro 6. Comparación de medias de tratamiento con la prueba DMS, para la variable largo de fruto de chile chilaca en los tratamientos evaluados, UAAAN – UL 2001.

Tratamientos	Media	Nivel de significancia	
VCC 12.5 %	19.30	a	
VC 25 %	18.03	a	b
VCC 25 %	18.00	a	b
VCC 37.5 %	17.87	a	b
VC 50 %	17.68	a	b
VCC 50 %	17.66	a	b
VC 37.5 %	17.25		b c
VC 12.5 %	16.15		b c
TA (arena)	15.61		c
CV%	7.84		

VC, VCC y TA = tratamientos descritos en el punto 3.3.1; 0 – 100 % = Niveles de vermicomposta evaluados, descritos en el punto 3.3.2.

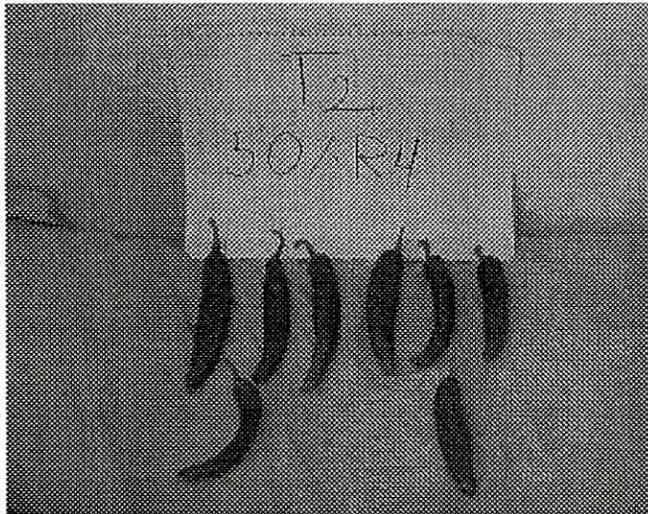


Figura 1. Características de la variable largo de fruto para el tratamiento VCC 50%(T2)

4.1.2 Número de frutos.

La diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre tratamientos que se presenta en el análisis de varianza (cuadro 5) para la variable número de frutos de chile y que se corrobora en la prueba DMS (cuadro 7), se observa que el tratamiento VC 50 % (Estiércol de caballo), obtuvo el número de frutos de chile más alto situándose en el primer grupo estadístico (a), por lo cual resultó el mejor tratamiento para esta característica. Por su parte el tratamiento VCC 12.5 % (Estiércol de caballo + Estiércol de cabra con paja de alfalfa) fue el que presentó el menor número de frutos por lo cual se señala que bajo condiciones de manejo del experimento, este material y el nivel no favoreció a la obtención de frutos de chile.

Cuadro 7. Comparación de medias de tratamientos mediante la prueba DMS, para la variable número de frutos de chile chilaca por planta, UAAAN – UL 2001.

Tratamientos	Medias	Nivel de significancia		
VC 50 %	14.75	a		
TA (arena)	10.25	b		
VCC 50 %	10.25	b		
VCC 37.5 %	9.75	b	c	
VC 37.5 %	9.50	b	c	
VCC 25 %	8.50	b	c	d
VC 25 %	8.0	b	c	d
VC 12.5 %	6.0		c	d
VCC 12.5 %	5.25		c	d
CV%	31.64			

VC, VCC y TA = tratamientos descritos en el punto 3.3.1; 0 – 100 % = Niveles de vermicomposta evaluados, descritos en el punto 3.3.2

El número de frutos promedio obtenido de 14.7 frutos, que se obtuvo en este ensayo coincide con lo señalado por Aguilera (2002) ya que en un experimento similar, aplicación de vermicomposta al chile chilaca, obtuvo un promedio de 17 frutos por planta.

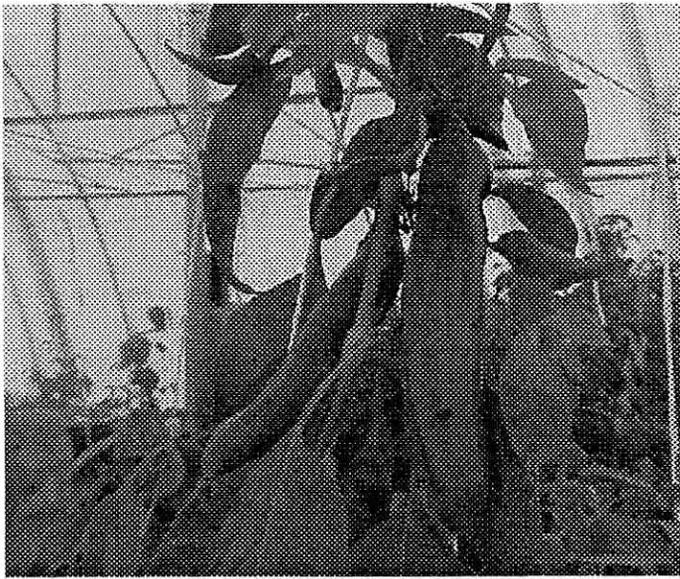


Figura 2. Producción de frutos de chile chilaca en los tratamientos con diferentes niveles de vermicomposta.

4.1.3. Rendimiento.

En cuanto a la variable rendimiento no se presentó diferencia significativa en el análisis de varianza (cuadro 5), a pesar de esta respuesta algunos de los diferentes niveles de vermicomposta evaluados generaron un mayor rendimiento que el obtenido con el testigo TA, siendo los tratamientos de VCC (Estiércol de caballo + estiércol de cabra con paja de alfalfa) en todos sus niveles el que mejor funcionó, y de todos VCC 12.5% presentó mejores resultados. Aquí, es importante señalar que los tratamientos de vermicomposta posiblemente resultan más económicos ya que no se invierte en recursos para materiales fertilizantes para la solución nutritiva, lo cual se podrá corroborar en trabajos posteriores mediante la realización de un análisis de costos.

En atención a los resultados obtenidos en el análisis realizado (cuadro 5) se puede establecer que en dos de las variables evaluadas se encontró diferencia significativa; largo de frutos ($P < 0.5$) y número de frutos ($P < 0.01$), estos resultados son similares a trabajos de investigación realizados por FIRA con diferentes mezclas de substratos. Igualmente Zarate (2002) encontró resultados

similares con la utilización de vermicomposta en diferentes niveles para la producción de tomate, entre los cuales el de menor contenido de vermicomposta resultó el mejor. Los resultados obtenidos para la variable largo de fruto en el tratamiento VCC 12.5 % concuerdan con lo que reportó Subler *et al.* (1998) señala que los resultados obtenidos en tomate resultaron con diferencias significativas usando vermicomposta de estiércol de cerdo sólido a una proporción de 10 y 20 %, por su parte.

Con respecto a las variables restantes; altura, rendimiento y diámetro de fruto, no presentaron diferencia significativa, sin embargo con las observaciones realizadas durante el experimento se pueden plantear los siguientes comentarios; aunque la variable altura de la planta obtenida en los tratamientos de vermicomposta no presentó diferencia significativa se observó que dos de los niveles evaluados presentaron una mayor altura de planta superando al tratamiento testigo con lo cual se puede establecer que la vermicomposta a estos niveles puede proporcionar mejores resultados en cuanto a altura se refiere. Lo cual coincide con lo establecido con Riggle (1998) quién encontró que la evaluación de diferentes medios de crecimiento el desarrollo de las plantas fue igual o mejor cuando se utilizó vermicomposta como sustrato.

En cuanto a la variable rendimiento tampoco presentó diferencia significativa pero sin embargo algunos de los niveles superaron al tratamiento testigo con lo que se puede decir que la vermicomposta favorece el desarrollo de frutos para la obtención de un mejor rendimiento esto con respecto a las condiciones en que se maneja el cultivo. De acuerdo con Subler *et al.* (1998) y Riggle (1998) mencionan que es posible implementar sistemas de producción bajo condiciones de invernadero para todo tipo de hortalizas realizando mezclas de sustratos con vermicomposta y arena para favorecer el desarrollo de las mismas.

En cuanto al diámetro de frutos, que tampoco presentó diferencia significativa pero al igual que las otras variables, varios niveles de las

vermicompostas utilizadas presentaron un diámetro mayor al tratamiento testigo con lo cual nos indica que posiblemente la vermicomposta satisface las necesidades del fruto para la obtención de un diámetro uniforme en los mismos. De acuerdo con Aguilera (2002) encontró resultados similares a los que se obtuvieron en este trabajo utilizando vermicomposta de estiércol de cabra. Sin embargo con la realización del experimento y los resultados que se obtuvieron será necesario realizar otros trabajos para constatar o precisar que tipo de mezcla vermicomposta satisface las necesidades optimas para el cultivo.

4.2. Análisis de la comparación entre tratamientos de vermicomposta.

En la segunda fase se analizaron únicamente los ocho tratamientos de las vermicompostas en las cuales de las variables evaluadas solo en número de frutos por planta se encontró diferencia significativa ($P < 0.01$) y en el resto de ellas no se presentó significancia como se muestra en el (cuadro 8) por lo que se puede mencionar que los dos tipos de vermicomposta satisfacen de igual forma los requerimientos del cultivo del chile chilaca para todas las características evaluadas.

Cuadro 8. Cuadrados medios y significancia estadística de los ANOVA realizados, para las variables altura, largo y diámetro de fruto, rendimiento y número de frutos para el cultivo del chile chilaca en los tratamientos evaluados bajo condiciones de invernadero, UAAAN – UL, 2001.

Fuente de variación	gl	CUADRADOS MEDIOS				
		Altura	LF	R	DF	NFP
Tratamiento	7	518.05ns	3.06ns	37.16ns	0.068ns	34.14**
Error	24	282.020	2.112	18.194	0.042	6.791
Total	31					
C.V. (%)		25.69	8.18	17.15	7.83	28.85

**= Significancia al 1%, ns = No significativo, LF= Largo de fruto; DF= Diámetro de fruto; NFP= Número de frutos por planta; R= Rendimiento.

Cuadro 9. Comparación de medias de tratamiento por medio de la prueba DMS, para la variable número de frutos de chile chilaca en las vermicompostas evaluadas. UAAAN – UL, 2001.

Vermicomposta	Media	Nivel de significancia
VC	9.562	a
VCC	8.437	a

A pesar de que el ANVA (cuadro 8), muestra una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), se encontró que en la comparación de medias las dos vermicompostas son estadísticamente iguales (cuadro 9) por lo que se puede concluir que las dos vermicompostas satisfacen de igual forma las necesidades del cultivo para esta variable y bajo estas condiciones.

VI. CONCLUSIONES.

De acuerdo con el objetivo de este trabajo se concluye que: la vermicomposta es un medio de crecimiento alternativo para la producción del cultivo de chile chilaca, en términos generales se observó que de los tres tratamientos las vermicompostas superaron al tratamiento testigo en dos de las variables evaluadas: Para Largo del fruto y Número de frutos, se obtuvo un efecto de vermicomposta debido posiblemente al contenido de elementos disponibles para las plantas los cuales se utilizaron para su aprovechamiento.

Para la variable Largo de fruto del chile, se observa que el tratamiento VCC 12.5 % (estiércol de caballo + estiércol de cabra con paja de alfalfa), obtuvo los mejores resultados en cuanto al largo, por lo que se establece que esta vermicomposta y a este nivel satisface el desarrollo del chile.

Para la variable Número de frutos de chile se observa que el tratamiento VC 50 % (Estiércol de caballo) fue el mejor tratamiento para esta variable ya que se obtuvieron mayor número de frutos estando por encima del resto de los niveles y el testigo TA.

Por otro lado es conveniente señalar que las demás variables, altura, rendimiento y diámetro del fruto no existe diferencia significativa, lo que quiere decir que cualquiera de los sustratos de vermicomposta satisfacen de igual forma los requerimientos del cultivo del chile chilaca no necesariamente de acuerdo a los resultados.

VII SUGERENCIAS.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo se sugiere que se utilicen diferentes mezclas de vermicomposta y arena a diferentes niveles para precisar el nivel más adecuado para el desarrollo de este cultivo.

En términos generales se sugiere el uso de la vermicomposta ya que con ella se obtienen rendimientos adecuados, ya que satisfacen las necesidades del cultivo del chile chilaca con inversiones muy bajas en comparación de la utilización de técnicas en las cuales se usan diferentes tipos de fertilizantes sintéticos.

VIII LITERATURA REVISADA.

Aguilera G. S. 2002, Efecto de la vermicomposta en chile chilaca (*Capsicum annuum L*), bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura, UAAAN – UL.

Agroinformación (A. I.): El compostaje, 2001.
www.infoagro.com/abonos/compostaje2.asp - 22k

Alpi A. y F. Tognomi. 1991. Cultivo en invernadero. 3^{era} edición. Editorial, ediciones Mundi – Prensa, Madrid España. pp. 55 –79.

Ansorena M. J. 1994. Substratos propiedades y caracterización. Editorial Mundi-Prensa, México. pp. 11-13 y 24 – 69.

Bastida T. A. 2001. El Medio de Cultivo de las Plantas: Substratos para la Agricultura Moderna. Universidad Autónoma de Chapingo. p. 1-9, 24 – 38, 53 – 55 y 72 - 81

Burés S.1997. Substratos. Editorial Agrotécnicas, Madrid 1997. pp. 49 – 50.

Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR). 1993. Memorias: El uso de los plásticos en la agricultura. Gómez. Palacio Dgo. México. pp. 299 –301.

Duran J. M. 2000. Los cultivos sin suelo: de la hidroponia a la aeroponia.
<http://www.vidarural.net/articulos/ur/hortofruto/101cultivos.html>.

EMISON MEDI AMBIENT S. L. 2000 (E.M.A.S.L.).
<http://personal.iddeo.es/plantas/lombricultura.htm>

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) 1999. Agricultura Orgánica. Departamento de Agricultura. <http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp3.htm>.
- FIRA – Banco de México. 1985, Instructivo técnico de apoyo para la formulación de proyectos de financiamiento y asistencia técnica en horticultura ornamental. pp. 26 – 30.
- Gordón, H. R. y J. A. Barden. 1984. Horticultura, AEG. Editor S.A., México. pp. 532 – 533.
- Hansen, S. and F. Engelstad. 1999. "Earthworm populations in a cool and wet district as affected by tractor traffic and fertilization." *Appl Soil Ecol* 13:237-250.
- Herbotecnia. Producción orgánica: aspectos primordiales en plantas medicinales Nov. 11 2002. <http://www.herbotecnia.com.ar/organico.html> - 9k
- Hoeberichts A. 2001. Agricultura orgánica ¿Respuesta milenaria a la problemática de una nueva era? FAO. [.http://www.rlc.fao.org/opinion/anterior/2001/hoeber.htm](http://www.rlc.fao.org/opinion/anterior/2001/hoeber.htm)
- Iskander – Cabrera, R. 2002. Manejo de sustratos para la producción de plantas ornamentales en maceta. Memorias en extenso: 2º Simposio Nacional de Horticultura: Conferencias y Cursos sobre Nutrición de Cultivos Hortícolas. Compiladores: Robledo - Torres, V., Bacópulos - Téllez, E., Sandoval - Rancel, A., Benavides - Mendoza, A. Hernández - Dávila, J. y Ramírez - Mezquitic, J. G. 234 p.
- Jacques, M. 1969. Las plantas de especias. 1era edición. Editorial Blume Barcelona España. pp. 211 – 221.

Jarero P. s/f. Chiles de México: Amos y señores del molcajete. Día siete pasiones.
8 p.

Lavalle, P., Blanchort, E. Brown, G. Jimenez, J. J., Martínez, A., Moreno, A. 1994.
Las lombrices como recurso de los agrosistemas tropicales. Naturaleza y
Recursos. http://www.uchile.cl/facultades/cs_forestales/publicaciones/cesaf/n15/2.html
http://www.infoagro.com/industri_auxiliar/tipo_susbratos2.asp.

MexAssist S.A. de C.V. 1995. El Chile.
<http://www.starnet.net.mx/mexassist/chile/index1.html> Fecha de
recuperación octubre 8 del 2002

Pilatti R. A. 2000. Alternativas hortícolas, cultivo del pimiento bajo invernadero
<http://www.e-campo.com/media/news/nl/althorticultura18.htm>

Porter, H. C. 2000. "New trends in sustainable farming build compost use."
BioCycle: 30-35.

Reines A., M. et al. (1998). Lombrices de Tierra con Valor Comercial (Biología y
Técnicas de Cultivo). Universidad de la Habana, Cuba; Departamento de
Biología Animal y Humana. Pp.7 – 54.

Riggle, D. 1998. Vermicomposting research and education. ByoCycle. 54-56.
<http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/may98.htm>

Robles, J. 1994. Manual "Como se cultiva en invernaderos". Editorial De
Vecchi Barcelona España. pp. 15 – 26.

Rodríguez S. Y Ángeles R. 2000. Aspectos técnicos básicos en la producción de
composta. www.veterinariasenred.com.ar/operativa/ecologia%20y%20mas.htm - 101k

- Rodríguez P. A. 1991. Semiforzado de cultivos mediante el uso de plásticos. 1ª edición 1991, Editorial Limusa S.A. de C.V. México, pp. 15 – 22.
- Romero F. E. 1988. Invernaderos para la producción de hortalizas y flores. CENID - RASPA. INIFAP. SARH. Folleto técnico # 2.
- Sherman-Huntoon, R. 1997. Earthworm castings as plant growth media. Earthworms in waste and environmental management. Ed. C. E. a. E. Neusher: 1-3.
- Subler, S., Edwards, C., and Metzger, J. 1998. Comparing Vermicomposts And Composts. BioCycle. 63-66. <http://qnv.fdt.net/~windle/refrence/july98.htm>
- Zarate L. T. 2001. "Respuesta fisiológica del tomate (*Lycopersicum esculentum mill*) en cuatro substratos de vermicomposta en diferentes niveles". Tesis de licenciatura UAAAN – UL.

IX. APÉNDICE

Cuadro A1. Valor promedio de las variables registradas durante el ciclo productivo del cultivo de chile chilaca en diferentes substratos de vermicomposta UAAAN – UL, 2001 - 2002

T	N	R	LF Cm	NFP	Rendi g	Alt. cm	DF. cm
VC	12.5	F	14.42	5	15.55	55	2.35
VC	12.5	G	15.35	6	16.02	48	2.26
VC	12.5	H	15.62	8	16.32	54	2.21
VC	12.5	I	19.24	5	26.61	41	2.56
VC	25	F	18.01	9	22.30	68	2.61
VC	25	G	18.90	7	31.90	65	2.91
VC	25	H	16.58	5	32.14	48	2.55
VC	25	I	18.65	11	26.38	70	2.77
VC	37.5	F	17.09	8	22.22	78	2.57
VC	37.5	G	17.64	12	25.15	49	2.90
VC	37.5	H	16.95	10	16.17	99	2.19
VC	37.5	I	17.32	8	26.98	30	2.93
VC	50	F	17.86	19	24.62	68	2.67
VC	50	G	18.16	16	32.53	103	2.83
VC	50	H	18.35	13	25.46	116	2.37
VC	50	I	16.36	11	24.30	61	2.69
VCC	12.5	F	19.96	5	29.40	66	2.71
VCC	12.5	G	19.28	6	30.18	50	3.05
VCC	12.5	H	19.06	6	25.01	61	2.44
VCC	12.5	I	18.90	4	27.10	61	2.81
VCC	25	F	18.65	9	23.14	71	2.43
VCC	25	G	19.74	9	27.65	67	2.77
VCC	25	H	16.89	7	30.32	41	3.01
VCC	25	I	16.75	9	28.15	70	2.84
VCC	37.5	F	19.01	9	27.65	54	2.70
VCC	37.5	G	19.96	10	30.01	84	2.67
VCC	37.5	H	14.46	8	18.13	82	2.53
VCC	37.5	I	18.72	12	28.15	78	2.74
VCC	50	F	17.33	6	21.27	53	2.55
VCC	50	G	16.59	11	19.62	56	2.62
VCC	50	H	16.57	7	25.55	58	2.70
VCC	50	I	20.16	17	28.99	65	2.67
TA	100	F	16.08	11	23.40	61	2.50
TA	100	G	15.33	4	27.11	66	2.88
TA	100	H	15.55	11	21.48	67	2.70
TA	100	I	15.50	15	23.39	67	2.69

T = tratamientos (1= vermicomposta de caballo, 2 = vermicomposta de caballo + estiércol de cabra con paja de alfalfa , A = solución nutritiva) N = % de vermicomposta; R = Repetición (f=1, g=2, h=3, i=4). LF = largo del fruto, NFP = número de frutos por planta, Rendi. = rendimiento, Alt. = altura, DF. = diámetro.