

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES**



“EVALUACIÓN DEL HUMUS DE LOMBRIZ COMO SUSTRATO EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE JITOMATE (*Lycopersicon esculentum*)”

TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD DE:

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA:

MARÍA CONTRERAS ARÉCHIGA GONZÁLEZ

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL.

AGOSTO 2008.



Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y
Agropecuarias

Coordinación de Carrera de Licenciado en Biología

MARÍA CONTRERAS ARÉCHIGA GONZALÉZ
PRESENTE.

Manifestamos a usted que con esta fecha se ha aprobado su tema de titulación en la modalidad de: TESIS Opción TESIS con el título: "EVALUACIÓN DEL HUMUS DE LOMBRIZ COMO SUSTRATO EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE JITOMATE (*Lycopersicon esculentum*) " para obtener la Licenciatura en Biología.

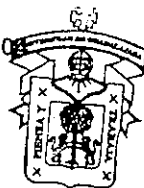
Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptada como director de dicho trabajo la ING. SERGIO HONORIO CONTRERAS RODRIGUEZ y como asesor DR. ERNESTO MIRAMONTES LAU.

Sin otro particular, aprovecho para mandarle un cordial saludo

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA "

Las Aguas; Zapopan, Jal., 7 de Octubre del 2008

DR. CARLOS ALVAREZ MOYA
PRESIDENTE DE COMITÉ DE TITULACION



COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

C. Maria Contreras Aréchiga González

PRESENTE

Manifetamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado el cambio de tutor para su trabajo de titulación en la modalidad de: Tesis e Informes opción Tesis intitulado: "Evaluación del humus de lombriz como sustrato en la producción de plantulas de jitomate (*Lycopersicum esculentum*)" para lo cual ha sido designado el Dr. Alejandro Muñoz Urias como Asesor en lugar del M.C. Ernesto Miramontes Lau.

Sin más por el momento, le envío un afectuoso saludo.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas, Zapopan., 13 de diciembre del 2007.


DR. FRANCISCO MARTÍN HUERTA MARTÍNEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN


P. A.
M en C. GLORIA PARADA BARRERA
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

Dr. Fco. Martín Huerta Martínez.
 Presidente del Comité de Titulación.
 Licenciatura en Biología.
 CUCBA.
 Presente

Nos permitimos informar a usted que habiéndolo revisado el trabajo de titulación, modalidad **Tesis e informes**, opción **Tesis** con el título: **"Evaluación del humus de lombriz como sustrato en la producción de plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*)"** que realizó la pasante **María Contreras Aréchiga González** con número de código **396058292** consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión.

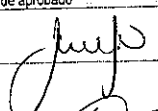

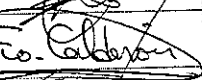
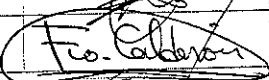
Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

Atentamente
 Las Agujas, Zapopan, Jal., 08 de noviembre de 2007

MC. Sergio H. Contreras Rodríguez
 Director del trabajo,

Alejandro Muñoz Uñas
 Dr. Alejandro Muñoz Uñas
 Asesor



Nombre completo de los Sinodales asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobado	Fecha de aprobación
MC. América Loza Llamas		27/NOV/2007
MC. Rosa de Lourdes Romo Campo		
Ing. Juan Pedro Corona Salazar		7/DIC/2007
Supl. Ing. Francisco Calderón Calderón		7 Dic /2007

V
 10

Una de las ventajas con las que cuenta la humanidad, además de la generación del conocimiento, es el saber que en la naturaleza todo se recicla.

Alejandro Moreno Reséndez

DEDICATORIA

A mis padres Ma Isabel González y Francisco Aréchiga a quienes amo y admiro.

A mi hijo que me cambio la vida y del que aprendo a diario algo nuevo.

A mi pareja que me apoyó en todo momento.

A mis hermanos en especial a Cris.

A mis amigos y compañeros que estuvieron conmigo compartiendo todo este tiempo.

AGRADECIMIENTOS

A el M.C. Sergio H. Contreras Rodríguez mi director de Tesis, por apoyarme con sus conocimientos y su experiencia.

A mi asesor Dr. Alejandro Muñoz Urías quien me compartió sus conocimientos, su tiempo y me asesoró con paciencia desinteresadamente durante la elaboración de este trabajo.

A mis sinodales por su tiempo y disposición que me dedicaron.

A la M.C. Rosa de Lourdes Romo Campos por brindarme su apoyo y amistad.

A todas las personas que creyeron en mi y me ayudaron hasta la culminación de este trabajo.

CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS	I
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Hipótesis.....	7
1.2 Objetivos.....	7
1.2.1 Objetivo general.....	7
1.2.2 Objetivos particulares.....	7
II. REVISIÓN DE LITERATURA	8
2.1 Premisas del panorama hortícola en México.....	8
2.2 Sustratos.....	8
2.2.1 Características generales de los sustratos.....	9
2.2.1.1 Propiedades físicas de los sustratos	9
2.2.1.2 Propiedades físico-químicas de los sustratos	9
2.2.2 Objetivos de los sustratos.....	10
2.2.3 Clasificación de sustratos de acuerdo a su origen.....	10
2.3 Humus de lombriz.....	11
2.3.1 Propiedades biológicas del humus de lombriz.....	12
2.3.2 Estructura del humus de lombriz.....	13
2.3.3 Ventajas del humus de lombriz.....	13
2.3.4 Propiedades físicas del humus de lombriz.....	14
2.3.5 Propiedades químicas del humus de lombriz	14
2.3.6 Características del humus de lombriz.....	14
2.4 Jal.....	15
2.4.1 Composición química del jal.....	16
2.4.2 Características físicas del jal.....	16
2.5 Peat moss (Turba).....	16
2.5.1 Propiedades físicas de la turba	18
2.5.2 Características químicas de la turba	18
2.6 Perlita.....	19

2.6.1 Propiedades de la perlita	20
2.7 Jitomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>).....	21
2.7.1 Importancia del jitomate.....	21
2.7.2 Origen e historia del jitomate	21
2.7.3 Clasificación botánica del jitomate	22
2.7.4 Fisiología del jitomate	23
2.8 Importancia de los invernaderos en la producción de hortalizas	24
2.8.1 Ventajas de los invernaderos	24
III. MATERIALES Y METODOS.....	25
3.1 Localización.....	25
3.2 Composición del humus de lombriz	25
3.3 Tratamientos y diseño experimental.....	25
3.4 Siembra.....	26
3.5 Longitud.....	27
3.6 Área foliar	27
3.7 Acumulación de materia seca	28
IV. RESULTADOS.....	29
4.1 Evaluación del área foliar	29
4.2 Longitud de la parte aérea	30
4.3 Acumulación de la materia seca de la parte aérea	31
4.4 Acumulación de la materia seca de la raíz	32
4.5 Longitud de la raíz	33
V. DISCUSIÓN	35
VI. CONCLUSIONES.....	39
VII. RECOMENDACIÓN	40
VIII. LITERATURA CITADA.....	41

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Unidad experimental	27
Figura 2. Promedios del área foliar para tratamientos	29
Figura 3. Longitud de la parte aérea	30
Figura 4. Acumulación de la materia seca de la parte aérea	31
Figura 5. Acumulación de la materia seca de la raíz.....	32
Figura 6. Longitud de la raíz	33
Tabla 1. Comparación de promedios de las variables evaluadas.....	27

RESUMEN

Para la producción de plántulas hortícolas se emplean diversos sustratos que en su mayoría son importados y costosos como en el caso de las turbas (Peat Moss). Las reservas de turba son limitadas y no renovables, consecuentemente, el uso de estas en diferentes actividades agrícolas puede llegar a provocar un impacto ambiental negativo cuyo efecto se puede presentar en la no disposición de sustratos de este tipo tan ya usuales en la horticultura.

Con base a lo anterior en el presente trabajo se propone al humus de lombriz como sustrato (mezclado con jal), pudiendo ser una alternativa considerando sus propiedades físicas, físico-químicas, químicas y biológicas, así como por su facilidad en el proceso de obtención (lombricultura), además de que se generarían beneficios adicionales al realizar esta actividad al coadyuvar a su ejecución en la reducción de residuos orgánicos con lo cual se generaría un beneficio ambiental. Así mismo el empleo de jal, representa una ventaja por su abundancia dentro del estado de Jalisco y parte de Nayarit. Resultando la mezcla de humus de lombriz y jal, una buena alternativa al socializarlo o ponerlo a disposición de los usuarios potenciales (sobre todo horticultores, viveristas, etc.) como producto nacional de calidad y de bajo costo.

Se prepararon cuatro tipos diferentes de mezclas de humus de lombriz (100% humus, 75% humus con 25% jal, 50% humus con 50% jal y 25% humus con 75% jal) y se compararon con el sustrato comercial, teniendo con ello cinco tratamientos. Se evaluaron las siguientes variables agronómicas; longitud de la parte aérea y la raíz, área foliar y acumulación de materia seca. Se efectuó un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de promedios de Tukey para detectar diferencias estadísticas y con ello poder determinar cual es el mejor tratamiento.

El análisis estadístico mostro que hay diferencias estadísticas significativas entre los cinco tratamientos analizados, para las variables evaluadas.

Con relación a los tratamientos probados el número tres (50% humus de lombriz y 50% jal) y el número uno (100% humus de lombriz) presentaron el mejor beneficio.

En forma específica para la actividad hortícola se recomienda para la producción de plántulas y trasplante de Jitomate el tratamiento tres (50% humus de lombriz y 50% jal) ya que las plántulas presentan un mejor desarrollo radicular así como un tamaño adecuado de la parte aérea.

I. INTRODUCCION

La necesidad de alimentar a una creciente población humana hace que, continuamente se busquen prácticas agronómicas que satisfagan la demanda de alimentos y no contaminen al ambiente ni perjudiquen a los seres vivos. Esto trae como consecuencia que se asegure la producción sobre la base de una agricultura sostenible. La agricultura de altos insumos provoca que se utilicen indiscriminadamente los recursos naturales, olvidando la estrecha relación suelo - planta - clima (Ruiz y Garcés 1999).

Hoy en día se observa como se está sustituyendo, de manera cada vez más importante, el cultivo tradicional en suelo por el cultivo hidropónico y en sustrato (Abad y Noguera, 1997). Este fenómeno ha sido más pronunciado en aquellos sectores más intensivos de la agricultura, como es el caso de la producción hortícola y ornamental.

Lombricultura

Con el objeto de conservar nuestro medio de producción fundamental y teniendo en cuenta que los precios de los diferentes insumos (fertilizantes y plaguicidas, etc) aumentan cada día, surge la necesidad de buscar nuevas técnicas para mantener la producción, bajar los costos y, a la vez, disminuir la contaminación ambiental y producir productos libres de sustancias tóxicas (García y Trujillo, 1992).

Según Corlay et al., (2001), las actividades productivas tanto urbanas como rurales generan grandes cantidades de desechos orgánicos que representan una fuente potencial de contaminación. Para poder incrementar el valor económico de estos desechos, es necesario convertirlos en productos útiles. Debido a que las reglamentaciones para la aplicación y disposición del estiércol se han vuelto cada vez más rigurosas, en los últimos años ha crecido el interés por utilizar las lombrices de tierra (*Eisenia foetida*) como un sistema ecológicamente seguro para

manejar el estiércol (Atiyeh et al., 2000a, 2000b). Diversos estudios han demostrado la capacidad de algunas lombrices para utilizar una amplia gama de residuos orgánicos, estiércoles, residuos de cultivos, desechos industriales, aguas negras, etc. (Bansal y Kapur, 2000).

En este sentido Capistrán et al., (2001), mencionan que una alternativa es la lombricultura (vermicomposteo); la cual se define como un proceso biotecnológico donde intervienen lombrices composteras, que convierten los desechos orgánicos en un producto inocuo y químicamente estable conocido como humus de lombriz.

Las lombrices de tierra son consumidoras voraces de residuos orgánicos y aun cuando solo utilizan una pequeña porción para la síntesis de sus cuerpos, ellas excretan una gran parte de los residuos consumidos en una forma medio digerida que se descompone rápidamente (Ghosh et al., 1999).

Resulta de vital importancia aprovechar la capacidad de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) para adaptarse y reproducirse fuera de su hábitat natural (Paoletti, 1999), así como para descomponer diversos residuos orgánicos y convertirlos en humus de lombriz (Bansal y Kapur, 2000).

Hoy en día el humus de lombriz juega un papel muy importante como una alternativa de la agricultura orgánica. Ya que éste ayuda en la formación de bacterias, esenciales para facilitar la fijación de nitrógeno; así mismo, acelera el desarrollo de la raíz y los procesos de germinación, floración y maduración del cultivo. Además aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y enfermedades. Por lo que resulta uno de los mejores abonos orgánicos, así como un corrector y mejorador de suelos. (Grepe, 2001; Wurst et al., 2003).

El uso del humus de lombriz es muy variado; puede usarse como mejorador del suelo o también como sustrato para el crecimiento de plantas en invernadero o viveros (Kale et al., 1992).

Sustratos

Se ha generalizado que recibe el nombre de sustrato todo aquel material sólido distinto al suelo, natural o sintético, mineral u orgánico que al ser colocado en un contenedor o recipiente en forma pura o mezclado, permite el anclaje y desarrollo potencial del sistema radicular de una planta (Miramontes, 2005).

El desarrollo de los sustratos hortícolas tiene su origen en el cultivo de plantas en contenedor (Burés, 1997); parece que la propia demanda desde el sector productivo es la que ha obligado a desarrollar materiales adecuados que puedan ser utilizados satisfactoriamente en el cultivo de plantas en contenedor.

El precio del sustrato ha de ser accesible y lo más económico posible. Como es lógico, el precio acostumbra a ser elevado para aquellos materiales cuyos centros de extracción natural están ubicados a distancias significativas del lugar donde van a ser consumidos. Esto está abriendo nuevas expectativas a materiales autóctonos que hasta hace poco tiempo no eran considerados. Además, actualmente la mayor sensibilización social hacia el agotamiento de los recursos no renovables está afectando también a las mezclas de los materiales que pueden formar un determinado sustrato. En este sentido están apareciendo en el mercado de materiales "ecológicamente correctos", como los procedentes del reciclaje de subproductos que son a la vez biodegradables o reciclables (Burés, 1997). Y teniendo en cuenta que en la actualidad la producción hortícola bajo invernadero es una alternativa para los productores de hortalizas que tienen la necesidad de incrementar su producción a un bajo costo.

La utilización de humus de lombriz como sustrato, representa una buena alternativa gracias a sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Debido a su origen orgánico no contamina y resulta una buena alternativa para la agricultura orgánica. Donde el humus de lombriz con el proceso de obtención (lombricultura) contribuye a reducir los residuos orgánicos y es inocuo por lo que tiene un beneficio ambiental (Acevedo y Pire 2004; Reines, 1994).

Jitomate

Se ha observado que el trasplante de hortalizas es una técnica muy difundida en sistemas hortícolas intensivos, debido a la mejor planificación de siembras, crecimiento, y ganancia de tiempo, por llevar a campo, plantas con estructuras preformadas (Ullé, 2003). Siendo el cultivo de jitomate uno de los productos con mayor importancia en el mundo (Van Haeff, 1984).

El jitomate ocupa un lugar preponderante con relación al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel mundial, reportándose que requiere de 140 jomales por hectárea. En lo que respecta a superficie sembrada, existen más de 90 000 ha, según UNPH, 1986 (citado por Valadez 2001), de las que aproximadamente el 33% se sitúan en el estado de Sinaloa. De acuerdo con el INEGI en la producción agrícola nacional, el jitomate ocupó un 6.8% y en el 2006 aumentó a un 9.1%.

Con base a lo antes mencionado se planteó desarrollar el trabajo “Evaluación del humus de lombriz como sustrato en la producción de plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*)”.

1.1 Hipótesis

- La utilización del humus de lombriz como sustrato en la producción de plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*) bajo condiciones de invernadero es igual ó mejor al sustrato comercial (testigo) obteniendo plántulas con mayor vigor y un buen desarrollo radicular.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar bajo condiciones de invernadero el desarrollo de las plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*) usando diferentes mezclas de humus de lombriz como sustrato.

1.2.2 Objetivos particulares

- Determinar el mejor tratamiento (utilizando humus de lombriz), como sustrato en la producción de plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*).
- Comprobar que el humus de lombriz utilizado como sustrato en la producción de plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*), es una alternativa técnicamente viable.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Premisas del panorama hortícola en México.

Como lo menciona Miramontes (2003), la producción de hortalizas y flores será más competida en los próximos años además los mercados ofrecerán los productos que requieren sin importar el sitio donde se produzcan, teniendo en cuenta que un sistema de producción exitoso se fabrica en el invernadero con la producción de plántulas de calidad. Y sin dejar a un lado que el empleo de sustratos alternativos adecuados y a precios competitivos será un tema de discusión en el corto plazo.

2.2 Sustratos

En México, la demanda anual de sustratos asciende a 500,000 m³ y para satisfacerla se utilizan principalmente turbas (Peat Moss) que son costosas y tierra de monte (ambos para su obtención generan un impacto ambiental negativo), cascarilla de arroz, corteza de pino, polvos y fibras de coco, entre otros (García et al., 2001).

Según Cadahia (2000) el término "Sustrato" se aplica en Horticultura a todo material sólido distinto del suelo *in situ*, 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.

El mejor sustrato de cultivo para cada caso concreto, variará de acuerdo con numerosos factores: tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas,

plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc. (Candahia, 2000)

2.2.1 Características generales de los sustratos

Deben presentar un volumen físico limitado y su función es la de mantener una adecuada relación aire: solución con el fin de proporcionarle a la raíz la cantidad de oxígeno y nutrimentos que esta requiere en calidad y en su momento fisiológico para su desarrollo potencial (incluyendo su calidad) en el menor tiempo posible y a costos razonablemente bajos por unidad de producción (Miramontes, 2005).

En este sentido Cadahia (2000) menciona que para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del sustrato (medio de cultivo).

2.2.1.1 Propiedades físicas de los sustratos

Estas vienen determinadas por la estructura interna de las partículas, su granulometría y el tipo de empaquetamiento. Algunas de las más importantes son: Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible o asimilable por la planta, tener suficiente suministro de aire, contar con una buena distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones antes mencionadas, tener baja densidad aparente, así mismo debe encontrarse en el sustrato una elevada porosidad total y una estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón) del sustrato (Cadahia, 2000; Pastor, 2000).

BIBLIOTECA CUCBA

2.2.1.2 Propiedades físico-químicas y químicas de los sustratos

Estas propiedades vienen definidas por la composición elemental de los materiales; éstas caracterizan las transferencias de materia entre el sustrato y la

solución del mismo. Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente, suficiente nivel de nutrientes asimilables, también baja salinidad, así como pH ligeramente ácido y modera capacidad tampón y una mínima velocidad de descomposición (Cadahia, 2000; Pastor, 2000).

2.2.2 Objetivos de los sustratos

Agrícolamente, es servir de medio para el desarrollo del sistema radicular, de manera que debe permitir una mayor y más selecta transferencia de solutos hacia los puntos fotosintéticamente activos y cuando la planta así los requiera. Y ambientalmente; el desecho de materiales debe ser mínimo, promoviendo su reciclamiento, para no ocasionar un impacto negativo al medio (Miramontes, 2005).

2.2.3 Clasificación de sustrato de acuerdo a su origen

Cadahia (2000), indica que la clasificación que se presenta a continuación intenta recoger las diferencias más relevantes desde el punto de vista de la utilización hortícola de los sustratos.

MATERIALES ORGÁNICOS

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

De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, de los cuales se obtiene por síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido, etc.).

Residuos y subproductos de diferentes actividades de producción y consumo.

La mayoría de los materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos. Ejemplo son: orujo de uva,

corteza de árboles, aserrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, cascarilla de arroz, paja de cereales, fibra de coco etc.

MATERIALES INORGÁNICOS (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.).

Trasformados o tratados industrialmente. A partir de rocas o minerales mediante tratamientos físicos, -y a veces también químicos- 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.).

Miramontes (2003), menciona que los sustratos de uso común en el Occidente del país en la producción de plántula de hortalizas son:

Peat Moss (89%)

Perlita (Mezclado;22% con Peat Moss)

Vermiculita (mezclado;78% con Peat Moss)

Fibra de Coco (11% Mezclado).

2.3 Humus de lombriz

Según (Reines et al., 1998a; Grepe, 2001) el vocablo HUMUS proviene del latín de igual nombre que significa tierra, suelo y se refiere al conjunto de productos orgánicos estables y finales del proceso de transformación de los compuestos vegetales y animales. Su presencia influye notablemente en la fertilidad y en los procesos edafogénicos del suelo.

El humus está constituido por compuestos orgánicos con grandes moléculas que incluyen una estructura cíclica y cadenas alifáticas obtenidas como resultado de la reelaboración de las sustancias orgánicas (estiércol, hojas, residuos de la industria agropecuaria, etc.) por parte de las lombrices y expulsadas al ambiente circundante a través del tracto digestivo de éstas (Pereira y Zezzi-Arruda, 2004; Reines, 1998b).

Las lombrices, durante el proceso de alimentación, fragmentan los residuos, incrementan la actividad microbiana y los índices de descomposición y mineralización de los residuos, alteran las propiedades físicas y químicas de los materiales, provocando un efecto de humificación mediante el cual la materia orgánica inestable es oxidada y estabilizada. El producto final, es el humus de lombriz que es obtenido conforme los residuos orgánicos pasan a través del intestino de la lombriz, y es bastante diferente al material original (Atiyeh et al., 2000a). Se ha demostrado que bajo la acción de las lombrices se incrementa tanto la velocidad de mineralización del N como los índices de conversión del $N-NH_4^+$ a $N-NO_3^-$ (Atiyeh et al., 2002).

2.3.1 Propiedades biológicas del humus de lombriz

Dentro de las propiedades biológicas del humus de lombriz, podemos mencionar las siguientes, tal y como lo plantea Castillo *et al.*, 2000; Reines 1994:

Favorece la acción antiparasitaria y protege de las plagas a las plantas, aumentando las defensas naturales, fortalece el metabolismo de las plantas, activando biológicamente por el aporte de enzimas, los humatos presentes favorecen el desarrollo de las raíces, posee una actividad fitohormonal que le brinda condiciones ventajosas en el aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, mejora el estado vegetativo, el crecimiento de las plantas, la floración, la producción de frutos y la absorción de elementos nutritivos, su riqueza en microorganismos le permite el aporte energético por la gran cantidad

de organismos mineralizantes, reactivando los terrenos estériles, pues regenera la flora bacteriana.

2.3.2 Estructura del humus de lombriz

El humus es un material orgánico de alto peso molecular. Está constituido por un núcleo central, generalmente de compuestos aromáticos y cadenas laterales de carbohidratos y cadenas alifáticas donde se sitúan los grupos funcionales que determinan su actividad.

Según el tamaño del núcleo y las cadenas laterales, el humus puede ser:

*Ácido fúlvico: núcleo pequeño y cadena larga.

*Ácido húmico: núcleo pequeño y cadenas más cortas.

*Huminas: núcleo grande y cadenas cortas.

(Atiyeh et al., 2000a; Castillo et al., 2000; Reines et al. 1998^a)

2.3.3 Ventajas del humus de lombriz

Algunas de las ventajas de usar el humus de lombriz es que optimiza el proceso de humificación, evita las pérdidas por lavado, se produce en un medio rico en bases, por lo tanto es un material estable y rico en bases, se enriquece con una flora microbiana muy variada, disminuye la relación C/N del material de origen, aporta al suelo macro y micro elementos, muchos de los cuales pueden ser tomados directamente por las plantas, contiene hormonas de crecimiento para las plantas con lo que mejora las propiedades físicas del suelo en el lugar donde se aplica. (Castillo et al., 2000; Reines et al. 1998a).

2.3.4 Propiedades físicas del humus de lombriz

Dentro de las propiedades físicas del humus de lombriz encontramos las siguientes: Buena circulación de agua y aire, aumento en la permeabilidad, mayor retención de agua, menor cohesión del suelo, mejorar los suelos arcillosos y arenosos, no despiden olor, es suelto, uniforme, parecido a la borra de café (Castillo *et al.*, 2000; Reines, 1994).

2.3.5 Propiedades químicas del humus de lombriz

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 regulador de los nutrientes de las plantas, favorece la formación de complejos potasio-húmicos que mantienen al potasio asimilables por las plantas, atenúa la retrodegradación del potasio, desprende el gas carbónico que se obtiene por la oxidación lenta del humus, solubiliza ciertos minerales, con lo cual moviliza los nutrientes hacia las plantas (Castillo *et al.*, 2000; Reines, 1994).

2.3.6 Características del humus de lombriz

Material de coloración pardo negruzco con olor suave peculiar a mantillo de bosque o tierra húmeda, característico de este producto, su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción y puede ser almacenado en condiciones óptimas alrededor de 6 meses, solubilidad en agua, empleándose para la fertilización líquida esto posibilita que pueda ser empleada en hidropónicos y otros, mejora la retención y penetración de agua, además aumenta la aireación cuando es mezclada, ayuda a aumentar el perfil del suelo al influir también en el proceso de mineralización, tiene actividad biológica debido a la elevada carga microbiana

lo que lo diferencia de otras materias orgánicas, contiene gran cantidad de agregados resistentes a la humedad, compactación, estables en condiciones extremas, mejora las características fisiológicas de las plantas, tiene actividad fitohormonal favoreciendo el crecimiento acelerado de las raíces, sobre todo en la germinación de las semillas, su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas en contra de plagas, enfermedades y organismos patógenos se encuentra libres de nematodos, el humus de lombriz es un producto inofensivo para la salud, a diferencia de otros abonos orgánicos. No es transmisor de ningún agente patógeno. (Atiyeh et al., 2000a,2000b; Gajalakshmi et al., 2001; Reinés et al., 1998b).

2.4 Jal

Corona (1982), menciona que la jal presenta características tales como la porosidad, peso específico, gran capacidad de absorción de agua y su inercia química lo que lo hace ideal.

Otra ventaja es su abundancia dentro del estado de Jalisco y parte de Nayarit. Este material cuya evolución y cristalización forman parte de vidrios volcánicos-básicos, neutros y ácidos, son componentes de las cenizas volcánicas de amplia distribución en América Latina (Moreno y Mojarro, 1995).

Su composición química es muy variable; las proporciones varían de Si y Al y a falta de estructuras cristalizadas que le dan un carácter amorfo, sus propiedades físicas y químicas denotan una gran superficie externa e interna, elevada porosidad y alta permeabilidad y una escasa o alta reactividad química en función de las propiedades indicadas (Moreno y Mojarro, 1995).

2.4.1 Composición química del jal

SiO₂ _____ 50-75%

FeO₃ _____ 2-3%

K₂O _____ 4-7%

NaO₂ _____ 3-6%

CaO _____ 1-2%

MgO _____ 0.3-0.5%

pH _____ 7.4-7.6

2.4.2 Características físicas del jal

Densidad _____ 0.841g/cc

Cap. De absorción _____ 31.7-43%

Espacio poroso _____ 75-85%

2.5 Peat moss (Turba)

Cahiers (1999) menciona que las turbas están formadas por restos de musgos y otras plantas superiores que se hallan en proceso de carbonización lenta, fuera del contacto con el oxígeno, a causa de un exceso de agua, por lo que conservan largo tiempo su estructura anatómica. Los residuos vegetales pueden depositarse en diferentes ecosistemas lo que daría lugar a la formación de dos tipos de turba: *Sphagnum* u *oligotróficas* y *herbáceas* o *eutróficas*. Las turbas *Sphagnum* son los componentes orgánicos más utilizados en la actualidad para medios de cultivos que crecen en macetas, debido a sus excelentes propiedades físico-químicas.

Sin embargo, y a pesar de que durante casi 30 años las turbas han sido los materiales más utilizados como sustratos, en los últimos tiempos han sido

sustituidos por los inorgánicos debido a alteraciones microbiológicas e interacciones con la disolución nutritiva, rápida descomposición, aireación reducida, etc. Además las reservas de turba son limitadas y no renovables, por lo que su uso indiscriminado puede originar un impacto ambiental de importancia.

Según Miramontes (2003), el Peat moss es el nombre comercial que se le da a la turba. El 85% del peat moss utilizado en México procede de Canadá y el 15% de Finlandia. Fue introducido a México a mediados de la década de los 80's pero su uso se intensificó a mediados de los años 90's.

Actualmente se comercializan en México de 5750 a 7100 ton de este sustrato y, su uso está dirigido principalmente a la producción de planta de hortalizas diversa. Los productores de planta de ornato utilizan de manera muy limitada este medio.

En el mercado disponemos de dos tipos de peat moss;

- 1.- Turba rubia.
- 2.- Turba negra.

Miramontes, (2003) menciona que los viveristas mexicanos prefieren la turba negra sobre la rubia.

2.5.1 Propiedades físicas de la turba

	Turba Rubia	Turba Negra
Densidad aparente (gr/cm ³)	46	42
Porosidad total (% vol)	0.07	0.14
Capacidad de aireación (%vol)	96	91
Agua fácilmente disponible (%vol)	41	18
Agua de reserva (%vol)	25	28
Agua disponible total (%vol)	6	7
Agua fácilmente disponible (%vol)	31	35
Agua difícilmente disponible (%vol)	24	38
Capacidad de reytencion de agua (ml/l)	687	804
Contracción (%vol)	22	34
Mojabilidad (min)	17	3

2.5.2 Características químicas de la turba

	Turba Rubia	Turba Negra
pH (pasta saturada)	4.0	3.5
Conductividad eléctrica (dS/m).	0.5	0.6
Capacidad de intercambio cationico (Meq/100gr)	99	139
Materia orgánica (%)	98	97
Cenizas (%)	2	3
Nutrientes disponibles (ppm):		
Nitrogeno (NO ₃)	4	14
Fosforo	0.5	0.6
Potasio	17	36
Calcio	16	13
Magnesio	9	16

2.6 Perlita

De acuerdo con Brentlinger (1993), La perlita es un vidrio volcánico que se forma cuando la lava se enfría muy rápidamente atrapando pequeñas cantidades de agua. Cuando este vidrio se tritura y se calienta hasta unos 1160°C. El agua encerrada se vaporiza y esponja los gránulos derretidos hasta formar una espuma mineral blanca.

Cahiers (1999), señaló que se trata de un silicato aluminico de origen volcánico. Se comercializa bajo distintos tipos que se diferencian en la distribución del tamaño de sus partículas y en su densidad. Presenta buenas propiedades físicas, sobre todo el tipo denominado B-12, lo que facilita el manejo del riego y minimiza los riesgos de asfixia o déficit hídrico. No obstante, existe un inconveniente, la posibilidad de degradación durante el ciclo de cultivo, perdiendo su estabilidad granulométrica, lo que puede favorecer un anegamiento en el interior del recipiente. Aún así, su bajo coste hace que en los últimos años se haya incrementado la superficie dedicada al cultivo en sacos de perlita.

Brentlinger (1993), menciona que la perlita hortícola ha sido utilizada con éxito en muchas aplicaciones como compuesto de medios de cultivos para una cantidad de cosechas. Actualmente se le usa por si sola como medio de cultivo hidropónico.

2.6.1 Propiedades de la perlita

(Fernández et al., 1998).

Propiedades físicas	Tamaño de las partículas (mm de diámetro)		
	0-15 (Tipo B-6)	0-5 (Tipo B-12)	3-5 (Tipo A-13)
Densidad aparente (Kg/m ³)	50-60	105-125	100-120
Espacio poroso(%)	97,8	94	94,7
Material solido (% volumen)	2,2	6	5,3
Aire (% volumen)	24,4	37,2	65,7
Agua fácilmente disponible (% volumen)	37,6	24,6	6,9
Agua de reserva (% volumen)	8,5	6,7	2,7
Agua difícilmente disponible (% volumen)	27,3	25,5	19,4

Según Brentlinger, (1993) la perlita expandida es estable físicamente y químicamente inerte. La naturaleza porosa de sus gránulos da la seguridad de tener un producto que es de poco peso al manipular, que retiene grandes cantidades de humedad fácilmente disponible, y que posee gran atracción capilar para el agua. Ya que drena con libertad, también se airea muy bien, su pH es neutro y su contenido de elementos fertilizantes es insignificante no acarrea plagas, patógenos ni semillas de malezas, estas características la hacen un medio excelente para el cultivo hidropónico.

2.7 Jitomate (*Lycopersicon esculentum*)

El jitomate de cultivo comercial es una planta anual. La parte comestible es el fruto. Este se consume rayado o pinton o completamente maduro, según la preparación culinaria (Van Haeff, 1984).

En México el jitomate está considerado como la segunda especie hortícola más importante por la superficie sembrada que ocupa, y como la primera por su valor de producción (Valadez, 2001). De acuerdo con el INEGI la superficie sembrada en el 2001 fue de 76688 ha con un valor de 6552432 miles de pesos. A esta hortaliza de fruto se le encuentra en los mercados durante todo el año, y se consume tanto fresca como procesada (puré), siendo una fuente rica en vitaminas (Valadez, 2001).

2.7.1 Importancia del jitomate

El jitomate es la hortaliza más importante en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente. En la actualidad este cultivo ha adquirido importancia económica en todo el mundo (Nuez, 1995).

El jitomate ocupa un lugar preponderante con relación al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel mundial, reportándose que requiere de 140 jornales por hectárea. En lo que respecta a superficie sembrada, existen más de 90 000 ha, según (UNPH, 1985), de las que aproximadamente el 33% se sitúan en el estado de Sinaloa.

2.7.2 Origen e historia del jitomate

El jitomate es una planta nativa de América tropical, cuyo origen se localiza en la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú) (Vavilov, 1951),

y donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres (Chávez, 1980).

México está considerado a nivel mundial como centro más importante de domesticación del jitomate. La palabra tomate proviene de la voz náhuatl "tomatl"; en 1554 fue llevado a Europa, empezando a comercializarse en Estados Unidos hacia el año 1835 (Chávez, 1980).

2.7.3 Clasificación botánica del jitomate

Van Haeff, (1984) indica que botánicamente, se clasifica el tomate como *Lycopersicon esculentum*. Este género pertenece a la familia de las solanáceas. Esta familia abarca varias especies de importancia económica. Los géneros más importantes de la familia de las solanáceas son: el tomate, la berenjena, el pimentón, los ajíes y el tomatillo, o tomate de cascara. También la papa y el tabaco pertenecen a esta familia.

Siguiendo a Hunziker (1979), citado por Nuez (1995), la taxonomía generalmente aceptada es:

Clase: Dicotyledoneas.
Orden: Solanales (*Personatae*).
Familia: *Solanaceae*.
Subfamilia: *Solanoideae*.
Tribu: *Solaneae*.
Género: *Lycopersicon*.
Especie: *esculentum*.
Nombre común: Jitomate o tomate.

En este sentido Van Haeff, (1984), señala que debido a la hibridación y selección entre las especies de *Lycopersicon*, existen varios tipos. Del jitomate *Lycopersicon esculentum* se reconocen, por ejemplo, las siguientes tipos botánicos.

- **Comune:** jitomate común.
- **Grandifolium:** jitomate hoja de papa.
- **Validum:** jitomate erecto, arbustivo.
- **Cerasiforme:** jitomate cereza.
- **Pyriforme:** jitomate pera.

2.7.4 Fisiología del jitomate

Los procesos de crecimiento y desarrollo del jitomate dependen de las condiciones del clima, del suelo y de las características genéticas de la variedad (Van Haeff, 1990).

Del momento de la siembra hasta la emergencia transcurren entre 6 y 12 días. La temperatura óptima del suelo, para una rápida germinación, es de 20 a 25°C. Desde la emergencia hasta el momento de trasplante ocurren entre 30 y 70 días. El tiempo que las plantas permanecen en el semillero depende de la variedad de tomate, de las técnicas de cultivo y de los requisitos de crecimiento (Van Haeff, 1990).

Se obtiene la primera cosecha de una variedad precoz a los 70 días después del trasplante. De una variedad tardía, bajo condiciones de crecimiento lento, se obtiene la primera cosecha a los 100 días después del trasplante (Van Haeff, 1990).

2.8 Importancia de los invernaderos en la producción de hortalizas

De acuerdo con Robledo y Martín (1988) un invernadero se puede definir como “construcciones agrícolas, que tienen por objeto la producción sistemática y fuera de estación de productos horto-frutícolas, convirtiéndose en instrumento de trabajo que permite controlar eficazmente los rendimientos en calidad y cantidad”.

2.8.1 Ventajas de los invernaderos

Las principales ventajas de los invernaderos son:

- Precocidad de cosechas (se acorta el ciclo vegetativo),
- Aumento de rendimientos (3-5 veces mayor que los obtenidos al aire libre).
- Posibilidad de obtener cosechas fuera de época.
- Frutos de mayor calidad (limpios, sanos, uniformes, etc.).
- Ahorro de agua (la evaporación es mínima).
- Mejor control de enfermedades y plagas.
- Posibilidad de enfermedades y plagas.
- Posibilidad de obtener en la misma parcela de cultivo dos o tres cosechas al año.

Según Bernal et al., (1990), los invernaderos ya no pueden considerarse factores de producción limitados a especialistas o técnicos. Muchos agricultores han cambiado sus sistemas de producción tradicionales y utilizan invernaderos, más o menos complejos, y deben tecnificar su producción.

De hecho, prácticamente cualquier tipo de agricultura, hoy en día, para ser rentable, debe ser muy tecnificada y el agricultor actual debe dominar una serie de técnicas de producción para poder ser competitivo.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

El experimento se desarrollo en un invernadero ubicado dentro del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (C.U.C.B.A.) de la Universidad de Guadalajara con el domicilio Km 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales, Predio "Las Agujas", Nextipac, Zapopan, Jalisco, México. El procesamiento de muestras, el ordenamiento y análisis de datos, se desarrolló en la Planta Piloto de Lombricultura situada dentro del mismo Centro Universitario.

3.2 Composición del humus de lombriz

El humus de lombriz, que se utilizó, es el que se produce en la Planta Piloto de Lombricultura, del C.U.C.B.A. tiene la siguiente composición:

Materia Orgánica	50-70%.	Ácidos Húmicos	8.0-12.0%
Nitrógeno Total	1.5-2.2%	pH	6.7-7.2
Fósforo (P ₂ O ₂)	0.5-0.7%	Microorganismos	
Potasio (K ₂ O)	0.3-0.4%	Beneficiosos	1.5x10 a la séptima
Calcio (CaO)	6.0-8.0%	Humedad	40-50%
Magnesio (MgO)	1.0-2.0%	Relación	1/11- 1/13

Contiene hormonas vegetales.

*Ácido fúlvico. *Ácido húmico. *Huminas (Reinés et al., 1998).

3.3 Tratamientos y diseño experimental

Para la investigación se formularon cinco tratamientos, para lo cual, previamente para obtener partículas de tamaño más uniforme se pasaron 8 K de

humus de lombriz por un tamiz de malla 18 mm y uno de malla de 12 mm. Las partículas de humus que quedaron entre estos dos tamices fueron utilizadas para formular los diferentes tratamientos. En el caso del Jal se sometieron a este mismo procedimiento 5 K. En una probeta de 500 ml se midieron las proporciones para hacer las mezclas;

TRATAMIENTOS	FORMULACIÓN
1	100% Humus de lombriz
2	75% Humus de lombriz con 25% de Jal
3	50% Humus de lombriz con 50% de Jal
4	25% Humus de lombriz con 75% de Jal
5	Testigo (mezcla comercial compuesta de perlita y Peat moss)

El diseño experimental se estableció con 4 repeticiones y la distribución de tratamientos se realizó completamente al azar.

3.4 Siembra

La siembra se realizó el día 09 de mayo del año 2005 colocando la semilla para su germinación en una charola de unicel de 800 cavidades que miden 2 x 2 x 6cm de profundidad cada una. Para la parcela experimental se utilizaron 40 cavidades, y para la parcela util 18 cavidades, ver figura 1.

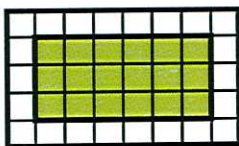


FIGURA 1.- UNIDAD EXPERIMENTAL: Parcela con 40 plántulas, teniendo 18 de ellas como parcela útil representadas por el color verde.

Una vez distribuidos y colocados los tratamientos en el lote experimental y concluida la siembra se procedió a instalar la charola en el invernadero a fin de observar y evaluar en las plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*) las variables agronómicas consideradas; longitud de la parte aérea y raíz, área foliar, acumulación de materia seca.

3.5 Longitud

Para el análisis de esta variable se extrajeron muestras de las charolas consistentes en 3 plántulas cada 5 días por cada tratamiento y repetición. La primera extracción se realizó a partir de que aparecieron las primeras hojas verdaderas y en estas se midieron con una regla la parte aérea así como la raíz.

3.6 Área foliar

Para el análisis de esta variable a cada una de las plántulas consideradas como muestra se les tomo una copia fotostática para su digitalización y se vectorizaron respectiva utilizando para ello el programa Corel Draw version11. Posteriormente con el programa Espectra prosition se obtuvo el área en cm^2 de cada una de las hojas de cada plántula.

3.7 Acumulación de materia seca

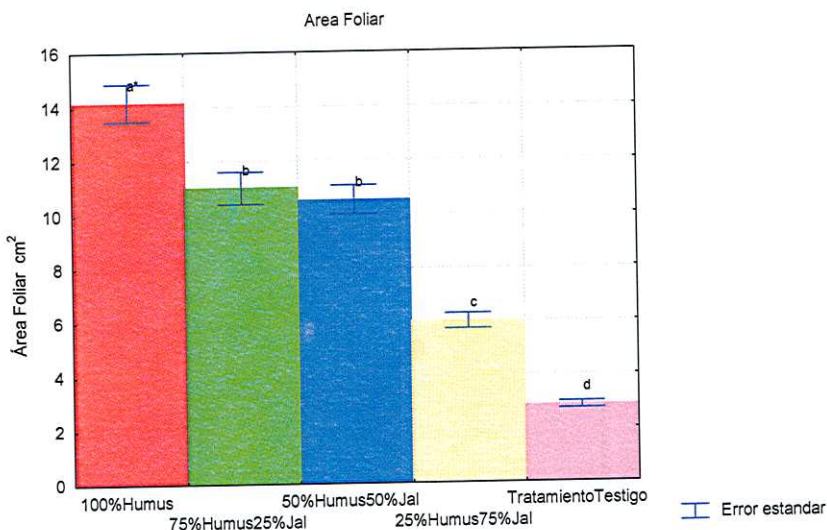
Para obtener esta variable se colocaron las plántulas en bolsas de papel de estraza y se introdujeron a una estufa de desecación a 70°C durante dos días. Posteriormente se pesaron para obtener la biomasa de la parte aérea y de la

Para el análisis estadístico se utilizó el Software STATISTICA '99 Edition, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para detectar diferencias estadísticas en las variables; acumulación de materia seca, longitud y área foliar. Además se realizó una prueba para promedios de Tukey para un nivel de significancia de α : 0.05, para detectar diferencias estadísticas entre tratamientos.

IV. RESULTADOS

4.1 Evaluación del área foliar

Una vez realizado el análisis de varianza (ANOVA) se detectó que existían diferencias estadísticas en lo relativo a área foliar encontrando que el tratamiento 1 compuesto de 100% humus de lombriz obtuvo los valores promedio más altos (14.184 cm²), así mismo se observa que el tratamiento testigo fue el que obtuvo los valores promedio más bajos (2.8515 cm²) que el resto de los tratamientos. Al aplicar la prueba para promedios de Tukey, se observan diferencias significativas entre los cinco tratamientos ver figura 2.

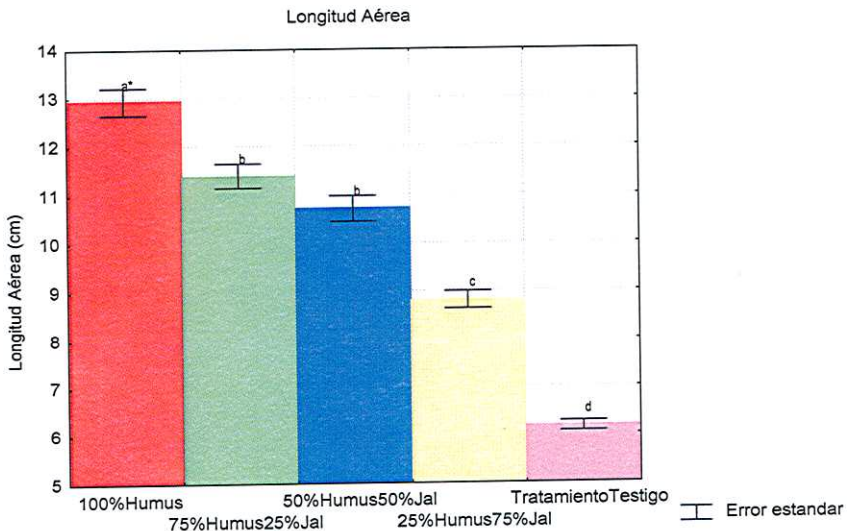


* Las variables seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según Tukey ($p < 0.05$)

FIGURA 2. PROMEDIOS DEL ÁREA FOLIAR PARA TRATAMIENTOS

4.2 Longitud de la parte aérea

Para esta variable mediante el análisis de varianza (ANOVA) se detectó que existen diferencias estadísticas entre tratamientos. El tratamiento 1 de 100% humus de lombriz presentó los valores promedio más altos (12.935 cm) y el tratamiento testigo presentó los valores promedio más bajo (6.167 cm). A la aplicación de la prueba para promedios de Tukey, se observaron diferencias significativas entre los cinco tratamientos, ver figura 3.



* Las variables seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según Tukey ($p < 0.05$)

FIGURA 3. LONGITUD DE LA PARTE AÉREA.

4.3 Acumulación de la materia seca de la parte aérea

Para esta variable mediante el análisis de varianza (ANOVA) se encontró que existen diferencias, ya que el tratamiento 1 de 100% humus de lombriz tiene los valores más altos (0.0192 g) y el tratamiento testigo presenta los valores más bajos (0.0056 g). La prueba para promedios de Tukey presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos, ver figura 4.

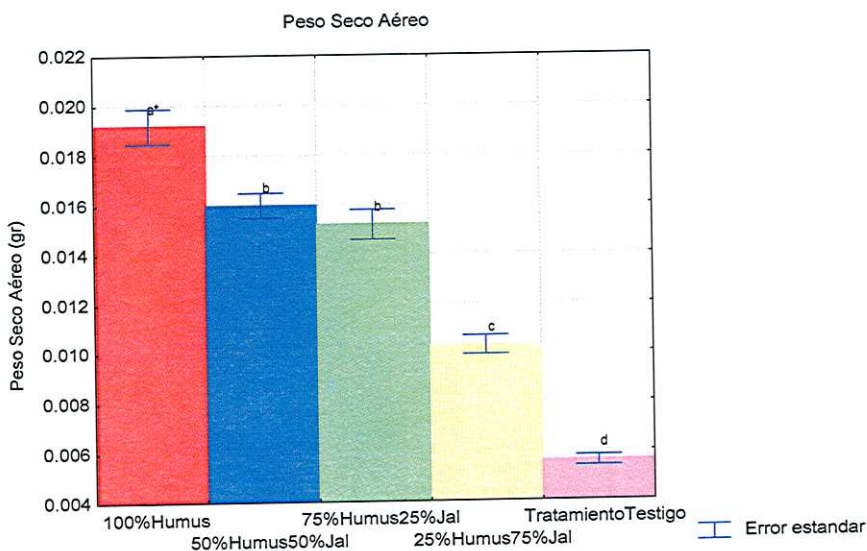
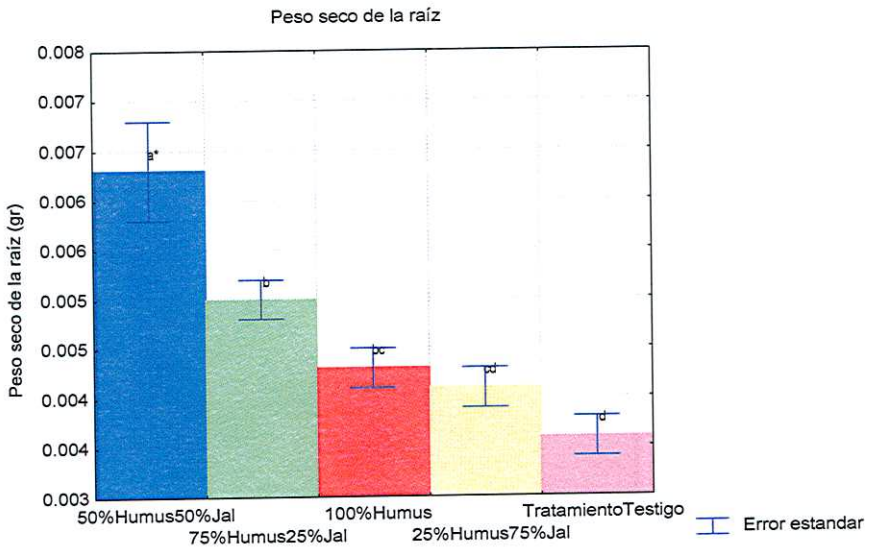


FIGURA 4. ACUMULACION DE LA MATERIA SECA DE LA PARTE AÉREA.

4.4 Acumulación de la materia seca de la raíz

En esta variable se encontró mediante el análisis de varianza (ANOVA) que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos ya que el tratamiento 3 de 50% humus de lombriz con 50% de jal obtuvo los valores más altos (0.0063 g), y el tratamiento testigo los valores más bajos (0.0036 g) ver figura 5. Sin embargo en la prueba para promedios de Tukey se observó que no existían diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento 4 de 25% humus de lombriz con 75% de jal y el tratamiento testigo.

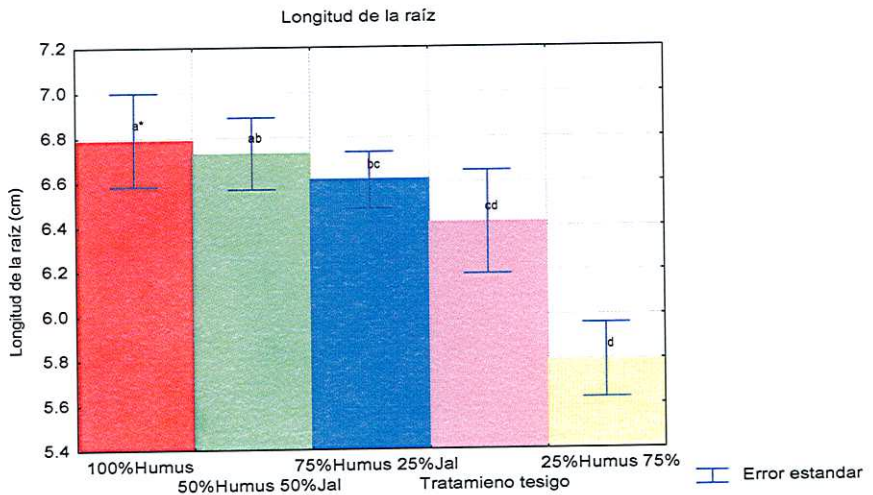


* Las variables seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según Tukey ($p < 0.05$)

FIGURA 5. ACUMULACIÓN DE LA MATERIA SECA DE LA RAÍZ

4.5 Longitud de la raíz

En esta variable mediante el análisis de varianza (ANOVA) se encontró que entre los tratamientos existen diferencias tal como se puede observar en la figura 6 donde se muestra que el tratamiento 1 de 100% humus de lombriz (6.7916 cm) así como el tratamiento 3 de 50% humus de lombriz con 50% de jal (6.7303 cm) obtuvieron los valores más altos, los cuales para la prueba de promedios de Tukey no son estadísticamente diferentes, y el tratamiento testigo (6.4166 cm), así como el tratamiento 4 de 25% humus de lombriz con 75% de jal (6.4166 cm) presentaron los valores más bajos (Fig. 6), aunque para la prueba de promedios de Tukey estos son estadísticamente similares.



* Las variables seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según Tukey ($p < 0.05$)

FIGURA 6. LONGITUD DE LA RAÍZ

De acuerdo con la tabla 1 observamos que los resultados del área foliar, peso seco, longitud de la parte aérea, así como el peso seco total, muestran un comportamiento similar. En estas variables la tendencia es: que el tratamiento 1 es estadísticamente superior a los demás y el tratamiento 2 y el tratamiento 3, son estadísticamente similares. Siguiendo de forma descendente se observa que el tratamiento 4 y finalmente el tratamiento testigo son estadísticamente inferiores al resto de los tratamientos. Se observa que para el peso seco total el tratamiento 3 es estadísticamente similar al tratamiento 1 y por lo cual igualmente superior al resto de los tratamientos.

Tabla 1. Comparación de promedios de las variables evaluadas

Tratamientos	Área foliar (cm ²)	Longitud parte aérea (cm)	Peso seco parte aérea (g)	Peso seco total (g)	Peso seco de raíz (g)	Longitud de raíz (cm)
1	14.2 ± 0.7 a*	13 ± 0.3 a*	.02 ± .0007 a*	.023 ± .0009 a*	.004 ± .0002 bc	6.8 ± 0.21 a*
2	11 ± 0.6 b	11.4 ± 0.2 b	.015 ± .0006 b	.020 ± .0007 b	.005 ± .0002 b	6.6 ± 0.13 bc
3	10.5 ± 0.5 b	10.7 ± 0.3 b	.016 ± .0005 b	.022 ± .0008 ab	.006 ± .0005 a*	6.7 ± 0.16 ab
4	6 ± 0.3 c	9 ± 0.2 c	.010 ± .0004 c	.014 ± .0005 c	.004 ± .0002 cd	5.8 ± 0.17 d
T	2.8 ± 0.1 d	6.2 ± 0.1 d	.006 ± .0002 d	.009 ± .0003 d	.003 ± .0002 d	6.4 ± 0.23 cd

*Las variables seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según Tuckey (p<0.05)
T1, 100% humus de lombriz; T2, 75% humus de lombriz con 25% de jal; T3, 50% humus de lombriz con 50% de jal ; T4, 25% humus de lombriz con 75% de jal; TT, testigo (89% Peat Moss con 11% de perlita).

Con respecto al peso seco de raíz, el tratamiento 3 es estadísticamente superior al resto de los tratamientos, después encontramos que el tratamiento 2, y el tratamiento 1, son estadísticamente similares y este a su vez se traslapa con el tratamiento 4 que es similar al tratamiento testigo y ambos estadísticamente inferiores, ver en tabla 1.

En el caso de la variable de longitud de raíz encontramos que los tratamientos 1 y 3, son estadísticamente superiores al resto de los tratamientos, seguidos por el tratamiento 2 el cual es estadísticamente similar a el tratamiento 3 y a su vez a el tratamiento testigo el cual se traslapa con el tratamiento 4 y ambos son estadísticamente inferiores al resto de los tratamientos, ver tabla 1.

V. DISCUSIÓN

En el experimento se observó que las plántulas de jitomate tenían mayor vigor en los tratamientos hechos con diferentes dosis de humus de lombriz, que aquellas que crecieron en el tratamiento testigo. De igual modo Capistrán et al., 2001, menciona que la vermicomposta es un eficiente sustrato en la producción de plántulas bajo condiciones de invernadero, ya que reduce el tiempo al trasplante, la necesidad de riegos y mejora el crecimiento y vigor. De acuerdo con Atiyeh et al., 2002 cuando las vermicompostas se han utilizado como componentes de los medio de crecimiento hortícolas, éstas han mejorado consistentemente la germinación de las semillas, el incremento en el crecimiento y desarrollo de las plántulas, y una creciente productividad de la planta, mucho más de la que pudiera ser posible de la mera conversión de los elementos minerales en formas más accesibles para la planta. Dentro de la industria agrícola y hortícola se ha demostrado que la aplicación del humus de lombriz (vermicomposta) ha incrementado el crecimiento y desarrollo de las plántulas y la productividad de una amplia gama de cultivos. El incremento en el crecimiento y productividad de la planta sea atribuido a las características físicas y químicas que presenta la vermicomposta (Atiyeh et al., 2000b). Sin embargo, Moreno et al., 2004 encontraron que en ningún caso los diferentes tipos de vermicompost al 100% impactaron sobre sus resultados obtenidos. La nula respuesta del cultivo de tomate a la aplicación de los cuatro tipos de vermicompost al 100%, podría deberse a la elevada capacidad de retención de humedad que presentan los cuatro tipos de vermicomposta utilizados condición que provoca una reducción significativa de la aireación y porosidad del medio de crecimiento, así como una alta concentración de sales solubles en los diferentes tipos de humus de lombriz utilizados (Atiyeh et al., 2000c, 2001). Cabe señalar que Moreno et al., 2004 utilizaron el humus de lombriz como sustrato pero para el desarrollo del cultivo de tomate considerando tres etapas: a) antes de la floración, b) floración y c) producción.

También de modo general, el tamaño de partículas influencia la porosidad total y la retención hídrica (Argo, 1998). Por debajo de un diámetro de medio de 1 mm. hay significativamente mayor acumulación de agua y menor porosidad total (Eizaguirre & Ansorena Miner, 1994). Por lo que en este experimento se tamizaron tanto el humus de lombriz como el jal, esto se menciona en la metodología.

Hoy en día se reconoce por diversos autores que el empleo del humus de lombriz en la actividades hortícolas produce en las plantas, mejoras significativas en su aspecto, sanidad y rendimiento (Castillo et al., 2000). Atiyeh et al., 2000a, concluyeron que la aplicación de lombricomposta a los sustratos en invernaderos tienen un gran potencial para favorecer el crecimiento de diversos cultivos hortícolas. Díaz et al., (2001), señalan que el uso de humus de lombriz en los sustratos de plántulas micro propagadas de caña de azúcar favorece el crecimiento de las raíces, y el número final de plantas. En este sentido Sánchez et al., (2004), mencionan que al mejor sustrato para la producción de plántulas hortícolas como el chile habanero, resulta de la mezcla 1:1 entre vermicomposta y peat moss. En ensayos de invernadero, el crecimiento de plántulas de maravillas (caléndula) y tomate se incrementó significativamente al sustituir el medio de crecimiento comercial Metro-Mix 360 con 10 o 20% de desechos de cerdo vermicomposteados o de residuos de alimentos vermicomposteados, cuando todos los requerimientos fueron suministrados (Atiyeh et al., 2000a).

En los resultados encontramos que para las variables de peso seco total, área foliar, longitud y peso de la parte aérea, el tratamiento 1 de 100% humus de lombriz, fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Sánchez et al., 2003, encontraron que para la producción de plántulas forestales como el *macuilis*, se puede utilizar vermicompost al 100% obteniendo buenos resultados. Acevedo y Pire 2004 mencionan en sus resultados que el área foliar de la planta fue afectada significativamente por las proporciones de humus de lombriz en el sustrato con o sin fertilización nitrogenada en la etapa de vivero y a plena exposición solar los mayores valores se encontraron en las plantas desarrolladas en sustratos

enmendados con las mayores dosis de humus de lombriz sin fertilización nitrogenada y en las dosis medias cuando se aplicó nitrógeno. También Hidalgo, 2001, encontró mayor área foliar en plantas de *Poinsetia* en sustratos a base de turba enmendados con humus de lombriz a excepción de cuando este se utilizó solo como sustrato.

Pero de acuerdo con Sobrino y Sobrino (1989), la plántula de jitomate se encuentra en condiciones para ser trasplantada cuando tiene 6 hojas verdaderas, es importante que no tenga demasiada altura y presente un buen desarrollo del sistema radicular. Por tal motivo y de acuerdo con los resultados obtenidos se determinó que el tratamiento 3 de 50% humus de lombriz y 50% jal, que es estadísticamente superior para los casos de peso seco y longitud de la raíz, fue el mejor para utilizar como sustrato en la producción de plántulas de jitomate.

Otros trabajos demuestran, que un mayor peso en parte aérea de la plántula, no siempre desencadenaron, una mayor respuesta a campo (Ullé, 2003). Por el contrario una importante restricción del sistema radicular provocó disminución de rendimientos (Takashi & Kenji, 1998). Aunque posiblemente el desarrollo radicular de las plántulas pudieran verse afectado por el tamaño de las cavidades de las charolas de germinación, como lo mencionan NeSmith & Duval (1998), el número de celdas por bandeja, ha aumentado más recientemente, como forma de obtener más plántulas por m², pero limitando el volumen individual de cada una de ellas y dificultando muchas veces, el desarrollo posterior de la planta, por restricción del volumen de raíces.

La acción fitohormonal del humus de lombriz, acelera la formación de tejido radicular de las plántulas, efecto que asociado a las características físicas del producto, contribuyen a evitar las pérdidas por deshidratación al momento del trasplante. Canellas et al., 2000; Arancon et al., 2003a, b, demostraron que los ácidos húmicos, presentes en cantidades apreciables en el humus de lombriz pueden estimular el crecimiento tanto de las raíces como de la parte aérea de la

planta de maíz, así como en plantas de tomate, pimentón y fresa cultivadas tanto en viveros como en el campo independientemente del efecto producido por los nutrientes esenciales del sustrato.

VI. CONCLUSIONES

- El humus de lombriz como sustrato en la producción de plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*) bajo condiciones de invernadero, es mejor que el sustrato comercial (testigo).
- Las plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*) bajo condiciones de invernadero, tienen un mayor vigor cuando crecen en sustrato elaborados con humus de lombriz que aquellas que crecen en el sustrato comercial (testigo).
- El humus de lombriz como sustrato en la producción de plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*) bajo condiciones de invernadero, es una alternativa técnicamente viable.
- Se determinó que el tratamiento 3 compuesto por 50% humus de lombriz y 50% de jal, es el mejor como sustrato en la producción de plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*).

VII. RECOMENDACIÓN

Se recomienda como sustrato el humus de lombriz así como el jal en concentraciones de 50:50 utilizando para ello este material pasados por los tamices con luz de malla de 1.8 mm, y de 1.2 mm, para obtener partículas de tamaño uniforme (entre 1.2mm y 1.8mm), con objeto de tener una buena porosidad y una mayor retención hídrica.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abad, M. y Noguera, P. 1997. Los sustratos en los cultivos sin suelo. pp. 101-105.
In: Manual de cultivo sin suelo. M. Urrestarazu. Universidad de Almería.
- Acevedo, I. C. & Pire, R. 2004. Efectos del lombricompost como enmienda de un sustrato para el crecimiento del Lechosero (Carica Papaya L.) Interciencia, mayo, año/v. 29, n.005. Asociación Interciencia Caracas Venezuela. p. 274-279.
- Arancon, N. Q., Lee, S. Edwards, C. A. , Atiyeh, R. M. 2003a. Effects of humic acids derived from cattle food and paper waste lombricompost on growth of greenhouse plants. *Pedobiol.* 47: 741-44.
- Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman , P. Metzger JD. Lee S. Welch C. 2003b. Effects of vermicompost on growth and marketable fruits of fieldgrown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiol.* 47:731-735.
- Argo, W. R. 1998. Root Medium Physical Properties. *Hort Technology* v.8 n.4, p. 481-485. Alexandria.
- Atiyeh, R. M., Subler, S., Edwards, C. A., Bachman, G., Metzger, J. D., and Shuster, W. 2000a. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia*, 44: 579-590.
- Atiyeh, R. M., Dominguez, J., Subler, S. and Edwards, C. A., 2000b. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia Andrei*, Bouch´e) and the effects on seedling growth. *Pedobiologia*, 44: 709-724.
- Atiyeh, R. M., Arancon, C. A. Edwards, and Metzger, J. D. 2000c. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresour. Technol.* 75:175-180.
- Atiyeh, R. M., Edwards, C. A. Subler, S. and Metzger J. D. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresour. Technol.* 78:11-20.

- Atiyeh, R. M., Lee, S., Edwards, C. A., Arancon, N. Q. and Metzger, J. D. 2002.
- Atiyeh, R. M., Lee, S., Edwards, C. A., Arancon, N. Q. and Metzger, J. D. 2002.
The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Biores Technol.* 84: 7-14.
- Bansal, S., and Kapur, K. K. 2000. Vermicomposting of crop residues and cattle dug with *Eisenia foetida*. *Bioresour. Technol.* 73:177-198.
- Bernal C., Juan J. A. y Martínez J. 1990. *Invernaderos: Construcción, Manejo y Rentabilidad*. Editorial Aedos. Barcelona, España.
- Brentlinger Dan. 1993. Sistema Hidropónico Simplificado, *Revista Profesional Productores de Hortalizas*, Editorial Jim Moore. México.
- Burés, S. 1997. *Sustratos*. Ediciones Agrotécnicas S. L. Madrid España.
- Cadahia L. C., 2000. *Fertirrigación cultivos hortícolas y ornamentales*, 2ª edición. Mundi-Prensa. España. 305, 307, 308 y 310 pp.
- Castillo, A.E., Quarín, S. H. and Iglesias, M.C., 2000. Caracterización química y física de compost de lombrices elaborados a partir de residuos orgánicos puros y combinados. *Agric. Téc.(Chile)* . 60(1): 74-79.
- Cahiers, 1999. *Options Méditerranéennes* vol. 31.
- www.tecnociencias.es/especiales/cultivos_hidroponicos/7.htm
- Capistrán F., E. Aranda y J.C. Romero. 2001. *Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje*. Instituto de ecología, A.c. Xalapa, Veracruz. México.150p.
- Cooperband Leslie. 2007. *Memorias del Curso internacional teórico-práctico en colaboración con la universidad de Illinois denominado: Calidad de Compostas: estándares, técnicas de evaluación y aplicaciones*. Universidad de Guadalajara. México.
- Corlay Ch. L., R. Ferrera C., J.D. Etchevers B., A. Echegaray A. y J.A. Santizo R. 1999. Cinética de grupos microbianos en el proceso de producción de composta y vermicomposta. *Agrociencias* 33: 375-380.

- Corona, J. P. 1982. Cultivos hidropónicos en azoteas: bajo condiciones de invernadero. Tesis de ingeniero agrónomo. CUCBA, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.
- Chávez, B.G.A. 1980. Morfología de la Planta. En: El cultivo del tomate para consumo fresco en el Valle de Culiacán. SARH-INCA. Culiacán, Sin. México.
- Díaz L., J. Latife; F. Medina; P. Digonzelli y S. Sosa. 2001. Efectos del humus de lombriz como sustrato en la aclimatación de plantas micro propagadas de caña de azúcar.
- Eizaguirre, A. G. & Ansorena Miner, J. 1994. Calidad de los sustratos comerciales. *Horticultura*. n. 98, p. 13-20. Valencia.
- Fernandez, M. M.; Aguilar, M. I.; Carrique, J. R.; Tortosa, J.; Garcia, C.; Lopez, M.; Perez, J. M. 1998. Suelo y medio ambiente en invernaderos. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla, España.
- García C. O., G. Alcántar G., R. I. Cabrera, F. Gavi R. y V. Volke H. 2001. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en macetas. *Terra* 19(3): 249-258.
- García, L.; Trujillo, G. R. 1992. Agricultura organica, ecológica y económica. INCA. La Habana (mimeo). Cuba. 16 p.
- Ghosh, M., Chattopadhyay, G. N. and Baral, K., 1999. Trasformation of phosphorus during vermicomposting. *Biores. Technol.* 69: 149-154.
- Grepe, N. 2001, *Lombricultura*, Centro de Estudios Agropecuarios. Serie agronegocios. Grupo Editorial Iberoamérica. México.
- Hidalgo, P. 2001. Vermicompost as asubstrate amendmenl for poinsellia and chrysanthemum production. Tesis. Mississippi University. EEUU. P162.
<http://www.inegi.gob.mx>
- Kale R.D., B.C. Malesh, K. Bano and D.J. Bagyaraaj. 1992. Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial population in a paddy fields. *Soil Biol. Biochem.* 24: 1317-1320.
- López Torres M. 1994. *Horticultura*. Editorial Trillas, Mexico. pp. 169, 137.

- NeSmith, D. S & Duval. 1998. The effect of Container Size Hort Technology. V.8, n.4, p. 495- 498. Alexandria.
- Moreno, A., Valdés, M. T. y Zarate, T. 2004. Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México. Agricultura Tecnica 65(1): 26-34.
- Miramontes Lau. 2003. Características Físicas, Químicas y Biológicas de diferentes sustratos de uso común en México. Memorias del Curso: Uso y manejo de compostas para sustratos de plántulas de hortalizas y ornamentales. Universidad de Guadalajara. México.
- Miramontes Lau. 2005. La composta como sustrato para la propagación de hortalizas y plantas de ornato. Memorias del II Curso internacional teórico-práctico sobre: Uso y manejo de compostas para sustratos de hortalizas y ornamentales. Universidad de Guadalajara. México.
- Moreno, D. C. J. y Mojarro, V. J. 1995. CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annum L.*) en cultivo hidropónico y diferentes sustratos autóctonos, bajo condiciones de invernadero. Tesis profesional. División de Ciencias Agronómicas. C. U. C. B. A. U de G. México. pp. 23, 26, 27.
- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Editorial Mundi-prensa. España. pp. 15 - 18.
- Paoletti, M. G. 1999. The role of earth worms for assessment of sustainability and as bioindicators. Agric. Ecosyst. Environ. 74: 137-155.
- Pastor S. 2000. Utilización de sustratos en viveros. Terra, volumen 17, numero 3. Universidad de Lleida, Dept. de Horticultura, Botánica y Jardinería. Lleida (España).
- <http://www.Chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art231.235.pdf>.
- Reines, Martha. 1994. Notas del taller de Lombricultura. Universidad de La Habana, Universidad de Guadalajara. División de ciencias biológicas y agropecuarias. México.
- Reinés A. M., C. Rodríguez A., A. Sierra P., M. Vázquez G. 1998a. Lombrices de tierra con valor comercial. Biología y técnicas de cultivo. Universidad de

- La Habana, Depto. De Biología animal y Humana; Universidad de Quintana Roo, Depto. De Recursos Naturales. México. P.p 45- 47.
- Reínés, A. M.; Sierra, A.; Rodríguez, C.; Loza, J.; Contreras R. 1998 b. Lombricultura: "Alternativa del Desarrollo Sustentable". CUCBA, Universidad de Guadalajara, México. 13 pp.
- Robledo P. F y Martín V. L. 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Ruiz, E.; Garcés, N. 1999. Evaluación de algunos parámetros químicos-físicos de cinco tipos de vermicompost producidos en Cuba. Dirección de Información Científica y Tecnológica Universidad Agraria de la Habana. Cuba. pp. 2.
- Sánchez H. R., V. Ordaz CH., y M. Amador A. 2004. Evaluación del vermicompost como sustrato en la producción de plántulas hortícolas y forestales. Memorias del Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Guadalajara Jalisco, México.
- Sobrino Illescas, Sobrino Vesperinas. 1989. Tratado de Horticultura Herbáceas, I Hortalizas de flor y de fruto. Editorial AEDOS Barcelona España. p. 284.
- Takashi, N. & Kenji, S. 1998. Effects of Rooting Volume Restriction on the Growth and Carbohydrate Concentration in Tomato Plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. v.123, n.4, p. 581-585. Alexandria.
- Ullé, J. A. 2003. Comportamiento post-transplante de hortalizas de hojas y brassicáceas, provenientes de diferente volumen de contenedor y mezclas de sustratos, a base de vermicomposta, turba, perlita.
- www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/1ju_014.htm
- UNPH. 1984-1985. Épocas de cosecha de las principales Hortalizas y Frutas de la República Mexicana, por estados, regiones y variedades. En: Directorios de la Comercialización de las Hortalizas y Frutas Mexicanas. 3ª. Edición. Culiacán, Sin. México.
- Valadez, 2001. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. México. Pp. 197-199.

- Van Haeff, J. N. M. 1984. Manuales para educación agropecuaria, Tomate. Editorial Trillas. México. P. p. 9 y 11.
- Van Haeff, J. N. M. 1990. Manuales para educación agropecuaria, Tomate. 2ª. Edición. Editorial Trillas. México. P.p. 16.
- Vavilov, N.I. 1951. Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants. Roland Press. New York, U. S. A. Pp. 90.
- Wurst, S., Langel, R., Reineking, A., Bonkowski, M. and Scheu, S. 2003. Effects of earthworms and organic litter distribution on plant performance and aphid reproduction. *Oecologia*. 137: 90-96.

BIBLIOTECA CUCBA