

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**RENDIMIENTO Y CALIDAD DE DOS HÍBRIDOS DE  
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN  
VERMICOMPOSTA BAJO CONDICIONES DE  
INVERNADERO**

**TESIS  
QUE PRESENTA:**

**LILIA DEL CARMEN ÁVALOS GARCÍA**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO  
DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate (*Lycopersicon  
esculentum* Mill) en vermicomposta bajo condiciones de invernadero.**

**COLABORADORES DE REVISIÓN DE TESIS**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**POR**


**LILIA DEL CARMEN AVALOS GARCÍA**

**Asesor**

  
**M.C. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ**

**Asesor**

**Asesor**

  
**DR. PEDRO CANO RÍOS**

  
**ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**Asesor**

  
**ING. JAVIER ARAIZA CHÁVEZ**

## DEDICATORIAS

Primeramente esta tesis se la dedico a mis padres Felipe Avalos y Margarita García, por su apoyo brindado durante toda mi carrera y por sus buenos consejos durante toda mi vida.

A mis hermanos: Sandra, July, Nelly, Luis Felipe, Raúl Alejandro e Israel, quienes siempre han estado cerca de mí y han sido un gran apoyo.

A Francisco Abundis quien siempre me ha brindado su ayuda y apoyo en los momentos más difíciles de la realización de mis estudios.

A todas las persona que de algún modo me ayudaron con algún consejo para que culminara esta etapa.

## AGRADECIMIENTOS

A mí “Alma Terra Mater”, Por darme la oportunidad de forjarme como un profesionalista De manera muy especial a el Ing. Alejandro Moreno Resendez por todo el apoyo y paciencia brindado, el cual hizo posible realizar estos estudios.

A mi comité particular de asesoría Ing. Víctor Martines Cueto, Dr., Pedro Cano, Ing. Javier Araíza Chávez por su invaluable apoyo en la realización de este documento.

A mis compañeros y amigos Raúl, Guillermo, Leocadio, Mariano, Julián, Cristina, Juan de Dios.

A mis amigas de internado Arcelia, Yolanda, Socorro, Cata Y Adriana por su amistad brindada.

Por su gran amistad y ayuda en el desarrollo del experimento a MC Norma Rodríguez Dimas

A todos los maestros que de alguna manera contribuyeron en mi formación académica, a todos ellos gracias..

# INDICE

	Pág
<b>I INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
<b>III REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Origen y domesticación del tomate.....	3
2.3 Características y usos del tomate.....	3
2.4 Producción de hortalizas en Invernadero.....	4
2.4.1 Ventajas del uso de invernaderos.....	5
2.4.2 Desventajas del uso de invernaderos.....	5
2.5 Sistemas de producción hidropónico.....	6
2.5.1 Ventajas de los sistemas hidropónicos.....	6
2.5.2 Desventajas de los sistemas hidropónicos.....	6
2.6 Importancia de la Materia Orgánica.....	7
2.7 Sustratos para el desarrollo vegetal en invernadero.....	9
2.7.1 Clasificación de los sustratos.....	10
2.7.2 Características generales de los sustratos.....	14
2.7.3 Composición de los sustratos.....	15
2.8 Proceso de composteo.....	16
2.9 Importancia de la lombricultura.....	17
2.9.1 Estructura de la vermicomposta.....	19
2.9.2 Propiedades de la vermicomposta.....	19
2.9.3 Antecedentes de investigación con vermicomposta.....	21
<b>III MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>23</b>
3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera.....	23
3.2 Localización del experimento.....	23
3.3 Condiciones del invernadero.....	24
3.4 Materias primas para los medios de crecimiento.....	24
3.4.1 Vermicomposta de lombriz.....	24
3.4.2 Tratamientos evaluados.....	24
3.5 Material vegetal.....	25
3.6 Desarrollo del experimento.....	25
3.6.1 Siembra en charolas.....	25
3.6.2 Preparación de los medios de crecimiento.....	26
3.6.3 Transplante de tomate.....	26
3.6.4 Riego de las macetas.....	26
3.6.5 Polinización.....	27
3.6.6 Poda.....	27
3.6.7 Tutoreo.....	27
3.6.8 Plagas y enfermedades.....	28
3.7 Cosecha.....	28
3.8 Variables evaluadas.....	29

3.9 Unidad y Diseño experimental.....	30
3.10 Análisis de resultados.....	30
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>31</b>
4.1 Análisis de los tratamientos evaluados.....	32
4.1.1 Variable número de lóculos.....	32
4.1.2 Variable diámetro polar.....	33
4.1.3 Variable diámetro ecuatorial.....	34
4.1.4 Variable grados Brix.....	35
4.1.5 Interacción genotipo composta.....	36
4.1.6 Coloración y forma.....	37
4.1.7 Variable Rendimiento.....	39
<b>V CONCLUSIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>VI RECOMENDACIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>VII LITERATURA CITADA.....</b>	<b>45</b>

## INDICE DE CUADROS

N°		Página
1	Descripción de los tratamientos evaluados.	25
2	Cuadrados medios y significancia estadística de los ANVA realizados, para las variables peso, diámetro polar, diámetro ecuatorial, grados brix, numero de lóculos, de los frutos de tomate en los tratamientos evaluados bajo condiciones de invernadero. UUUAN-UL, 2002.	30
3	Comparación de medias de tratamiento y niveles de vermicomposta mediante la prueba DMS (5%) para la variable número de lóculos en frutos de tomate, UAAAN-UL, 2002.	33
4	Comparación de medias de tratamientos y niveles de vermicomposta con la prueba DMS al (5%), para la variable diámetro polar de frutos de tomate en los tratamientos evaluados, UAAAN-UL, 2002.	34
5	Comparación de medias de tratamientos y niveles de vermicomposta con la prueba DMS al (5%), para la variable diámetro ecuatorial del número de frutos de tomate en los tratamientos evaluados, UAAAN-UL, 2002.	35
6	Comparación de medias de tratamientos y niveles de vermicomposta con la prueba DMS, para la variable grados Brix de frutos de tomate en los tratamientos evaluados, UAAAN-UL, 2002.	36
7	Cuadrados medios y significancia estadística del ANVA para la variable peso, considerando la interacción genotipo composta para el cultivo del tomate bajo condiciones de invernadero, UAAAN-UL, 2002.	37
8	Valores promedio de la inrteracción en los diferentes niveles de vermicomposta, con respecto a los genotipos para la variable peso.	38

9	Coloración externa, interna, forma de los frutos del tomate de los tratamientos evaluados UAAN-UL, 2002	39
10	Cuadrados medios y significancia estadística del ANVA realizado, para la variable rendimiento para el cultivo del tomate en los tratamientos evaluados bajo condiciones de invernadero, UAAAN-UL, 2002.	40
11	Rendimiento para dos genotipos de tomate en diferentes niveles de vermicomposta evaluados en condiciones de invernadero UAAAN-UL 2002.	40



## I INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) 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, ya que es uno de los principales cultivos con alto contenido de vitaminas y minerales, esta especie vegetal se desarrolla bien en un amplio rango de latitudes, tipos de suelo, temperaturas y métodos de cultivo. El desarrollo de este cultivo bajo cielo abierto se realiza durante el ciclo primavera-verano en los meses de junio-agosto, y debido a las condiciones climáticas que prevalecen en la región Norte de México, se obtienen bajos rendimientos. Aunado a lo anterior en este periodo el precio en el mercado de esta hortaliza es muy bajo por lo que el productor tiene reducidas ganancias y en ocasiones pérdidas.

El bajo precio de mercado, en parte se debe a la cercanía que se tiene con los Estados Unidos ya que la cosecha de tomate se realiza cuando el mercado de este país se encuentra saturado o totalmente abastecido. Debido a lo anterior, y en gran medida como consecuencia del aumento de la población mundial, existe la necesidad de que las investigaciones sobre este cultivo se enfoquen hacia la búsqueda de alternativas que sean más eficientes en la producción de hortalizas por unidad de superficie. En este sentido la siembra de tomate en invernadero, representa una alternativa viable si se desea producir en determinadas épocas del año. Sin embargo por sí solo el invernadero no es una garantía para satisfacer la demanda de alimento, ya que es necesario atender la demanda nutritiva que tendrá el cultivo en desarrollo. Esta demanda es cubierta, generalmente con el uso de fertilizantes sintéticos, cuyo efecto residual puede provocar problemas al cultivo y de contaminación al medio ambiente, cuando se utilizan indiscriminadamente y de manera irracional. Aunado a lo anterior, la preparación de estos fertilizantes depende de recursos naturales no renovables (petróleo) cuya disponibilidad es cada vez más escasa. Por lo tanto, es necesario el buscar alternativas que permitan cubrir los requisitos nutricionales de los cultivos en desarrollo.

En este sentido la agricultura orgánica cuya finalidad es aprovechar al máximo los residuos orgánicos disponibles es uno de los numerosos métodos de producción inocuos para el ambiente. Los sistemas de agricultura orgánica se basan en normas de producción concretas y precisas que tienen por objeto el contar con agro ecosistemas que sean social y ecológicamente sostenibles. La agricultura orgánica se basa en la reducción al mínimo del uso de insumos no orgánicos, evitando el empleo de fertilizantes químicos y plaguicidas sintéticos. Por lo tanto resulta de vital importancia el aprovechar la capacidad, que tienen ciertos organismos del suelo, como las lombrices de tierra para que participen en el proceso de descomposición de los residuos orgánicos. Por sus características químicas se convierten, debido al proceso de descomposición que favorecen las lombrices y otros organismos del suelo, en un abono orgánico de alta calidad denominado composta que permite la recuperación de los niveles de fertilidad del suelo, lo cual trae como consecuencia un medio más adecuado para el desarrollo de las especies vegetales. Debido a que la vermicomposta es un abono orgánico de alta calidad, se requiere determinar si este producto cubre las demandas nutritivas de diversos cultivos, por lo tanto se establece en el presente trabajo los siguientes objetivos:

### **1.1. Objetivos.**

Evaluar el efecto de mezclas de vermicomposta con arena, como medio de crecimiento sobre el desarrollo de diferentes genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero.

### **1.2. Hipótesis.**

La demanda nutritiva del cultivo de tomate se satisface cuando se desarrolla en sustratos con vermicomposta + arena.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen y domesticación del tomate.

El jitomate es una planta nativa de América, cuyo origen se localiza en la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú) y donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres. 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, (Valadez, 1990).

México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación del tomate. A la llegada de los españoles a América, el tomate formaba parte de los pequeños huertos de hortalizas del área mesoamericana, sin que su importancia económica fuera grande. Era una hierba más de las milpas.

Al introducir la planta en Europa, se utilizaba en principio como planta de ornato en los jardines, no considerándose el fruto como legumbre comestible hasta bien entrado el siglo XVIII, por repugnar a ciertos paladares de la época y también por superstición. Actualmente en muchos países puede considerarse el cultivo del tomate como uno de los más representativos de las especies hortícola, y el que ofrece mayores rendimientos económicos dado su extraordinario consumo (Ibar, 1987).

### 2.3 Características y usos del tomate.

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo cuyo ciclo fonológico es anual. La planta puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar en estas últimas, una altura de 10 m en un año, la ramificación es generalmente simpodial, ya que los ejes sucesivos se desarrollan a partir de las yemas axilares del eje precedente y la yema terminal da lugar a la inflorescencia o a ramas arbustivas. Las hojas son compuestas, imparipinadas con 7 a 9 folíolos. La inflorescencia es un dicasio compuesto generalmente por 4 a 12

flores. El fruto es una baya de forma globular, ovoide o aplastada cuyo peso oscila, según las diferentes variedades, entre 5 y 500g (Nuez, 1995).

Cuando la planta crece directamente de la semilla, sin sufrir transplante, desarrolla una raíz principal vigorosa que le permite adaptarse a ecosistemas semidesérticos, pero cuando la raíz principal se daña como por ejemplo a consecuencia del transplante, se desarrolla un sistema de raíces laterales adventicias, (Nuez, 1995).

El tamaño de las flores facilita su manipulación para la hibridación, lo cual junto al elevado rendimiento en semillas, permite la producción a gran escala de semillas híbridas. Los beneficios de estas cruzas incluyen aumento en el vigor, rápido desarrollo de combinaciones de características deseables, especialmente de resistencia de enfermedades regidas por genes dominantes lo cual ha propiciado que en los últimos años los híbridos alcancen una extraordinaria difusión, (Ibar, 1987).

En la actualidad se ha ido seleccionando numerosas variedades de tomate que se distinguen por su forma, por las dimensiones de los frutos, por el color de estos, por el desarrollo de la planta, por la resistencia a las enfermedades y por la duración del ciclo vegetativo (Turchi, 1999).

## **2.4 Producción de hortalizas en invernadero.**

La siembra de hortalizas en invernadero, es una alternativa viable si se desea producir en un medio desfavorable o bien cuando se necesita rendimiento elevados, en determinada época del año (Adams, 1984). Por lo tanto se destaca que el objetivo de la construcción de un invernadero es conseguir un crecimiento más rápido, saludable y económico en los cultivos, además de controlar temperaturas, humedad, luminosidad; así como evitar plagas y lograr cosechas redituables fuera de temporada (Samperio, 1999).

### **2.4.1 Ventajas del uso de los invernaderos.**

De acuerdo con Robledo (2002) menciona que las principales ventajas que aportan los invernaderos son:

- \*Precocidad de cosecha.
- \*Aumento de rendimiento (3 a 5 veces mayor que en campo abierto).
- \*Cosecha fuera de época.
- \*Frutos de mayor calidad.
- \*Ahorro de agua.
- \*Mejor control de plagas y enfermedades.
- \*Siembra de variedades selectas con rendimientos máximos.
- \*Balance adecuado de agua, aire y alimentos nutritivos.
- \*No se depende de fenómenos meteorológicos

#### **2.4.2 Desventajas del uso de los invernaderos**

Por su parte Robledo (20002) indica que las desventajas de los invernaderos son:

- \*Se requiere una alta especialización, empresarial y técnica de las personas que trabajan en los invernaderos.
- \*Altos costos de los insumos.
- \*Un mal manejo de invernadero o de cultivo implica fuertes pérdidas económicas.
- \*Las instalaciones y estructura representan una elevada inversión.

En general se puede indicar que si se desea producir en invernadero debe ser con la firme intención de obtener el máximo provecho. Por lo tanto es importante considerar tres principios fundamentales para el éxito de la producción de hortalizas en invernadero:

- a) Uso de genotipos de alto potencial de rendimiento y de calidad, y específicos para explotación de invernadero.
- b) El control de las condiciones climáticas del invernadero.
- c) Uso de las técnicas de cultivo más apropiadas (riego, fertilización, siembra prevención y control de plagas y enfermedades, etc.).

## **2.5 Sistema de producción hidropónico.**

El termino "hidroponía" procede de la palabra griega *hidros* (agua) y *ponos* (cultivo, labor), es un método de cultivo de plantas en un medio que no es el tradicional, sino artificial. En general este sistema de producción consiste en colocar el sistema radicular de las plantas en un medio de crecimiento con elementos nutritivos, líquidos , vaporizados o en un sustrato relativamente inerte (Samperio, 1999).

### **2.5.1 Ventajas de los sistemas hidropónicos:**

- \* Se favorece el desarrollo de cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación.
- \* Reducen los costos de producción.
- \* Permite la producción de semilla certificada.
- \* Independencia de los fenómenos meteorológicos.
- \* Permite producir cosechas fuera de estación.
- \* Menos espacio y capital para una mayor producción.
- \* Ahorro de agua y la que se utiliza se puede reciclar.
- \* Ahorro de fertilizantes e insecticidas.
- \* Mayor limpieza e higiene en el manejo del cultivo.
- \* Se favorece la precocidad en los cultivos.
- \* Alto porcentaje de automatización.
- \* Rápida recuperación de la inversión.

### **2.5.2 Desventajas de los sistemas hidropónicos.**

- \* Costo inicial alto de los materiales de la construcción.
- \* Se requiere entrenamiento así como conocimientos técnicos para operar este sistema.
- \* La materia orgánica y los animales benéficos están ausentes.
- \* Las plantas reaccionan rápidamente tanto a buenas como a malas condiciones.
- \* Las variedades de plantas disponibles no son siempre las mejores.

## 2.6 Importancia de la Materia Orgánica.

La importancia de la materia orgánica en los suelos es grande, ya que no solo mejora las propiedades físicas y químicas de la tierra, sino también el desarrollo de los cultivos. De hecho se reconoce que el mantenimiento de la fertilidad, a largo plazo de los terrenos agrícolas, depende de la reincorporación de la materia orgánica a los terrenos cultivables en el mundo. La materia orgánica que se reincorpora al suelo de plantas está sometida a un ataque continuo por parte de organismos vivos, microbios y animales, que la utilizan como fuente de energía y materiales de recuperación frente a su propio desgaste, provocando la mineralización de los diferentes componentes orgánicos (Rodríguez y Rojas 2000) la materia orgánica es al principio una mezcla heterogénea de restos vegetales y animales para después de sufrir una descomposición, volverse un material amorfo bastante estable. (Milthorpe y Moorby, 1982).

Es fuente de los elementos esenciales para la nutrición de la planta, así como de sustancias húmicas que también intervienen en la nutrición. El N, P y S totales, contenidos en los abonos orgánicos, se incorporan a la disolución del suelo conforme ocurre su mineralización, proceso que depende de la acción que efectúan los microorganismos, del sustrato de las características de los residuos orgánicos que se incorporan y de las condiciones ambientales, que prevalecen en cada tipo de suelo y región (Jiménez, 1992).

La importancia y el valor de la materia orgánica ha permitido usar únicamente abonos orgánicos en diversas regiones buscando conservar la fertilidad del suelo mediante la aplicación de este producto, intentando con esto la aplicación de fertilizantes, (Fitzpatrick1996).

La demanda internacional de productos orgánicos para los cultivos entre ellos los hortícola (Hortalizas, frutales, plantas de ornato y plantas medicinales), se incrementa año con año, en México debe aprovecharse las ventajas comparativas que ofrecen esos mercados, ya que existen las condiciones climáticas, edáficas y bióticas que lo pueden colocar en una posición privilegiada con respecto a otros países, (Ruiz1996).



El mantenimiento de la materia orgánica del suelo para mantener la productividad del suelo requiere de la aplicación de estiércol orgánico, residuos de cultivos, abonos verdes y otros residuos orgánicos de la agricultura. Los residuos de cultivo y las excretas animales son los desechos orgánicos generados por las actividades agrícolas. La adecuada aplicación de estos desechos, por medio del reciclaje, puede suministrar elementos nutritivos para las plantas y mejora las características físicas, químicas y biológicas de los suelos y la calidad del medio ambiente. (Bansal, 2000). En este sentido el composteo es uno de los métodos de utilización de los desechos orgánicos para producir abonos, ricos en elementos nutritivos para las plantas.

Según Fitzpatrick (1996). Los beneficios que se obtienen al incorporar materia orgánica al suelo se pueden resumir de la siguiente manera:

- a) Mejora y estabiliza la estructura.
- b) Aumenta la capacidad de retención de agua.
- c) Se incrementa la capacidad de intercambio cationico (CIC).
- d) Mejora las condiciones para el crecimiento microbiano.
- e) Sirve como reservorio de elementos nutritivos.
- f) Disminuye la toxicidad del Aluminio.
- g) Absorbe y desactiva pesticidas orgánicos.

## **2.7 Sustratos para el desarrollo vegetal en invernaderos.**

El desarrollo de los sustratos hortícola tiene su origen en el cultivo en contenedor. Desde que se introdujo el cultivo en contenedor, se planteó la necesidad de un cambio conceptual con respecto al cultivo tradicional, apareciendo los sustratos en sus distintas variantes para sustituir el suelo natural (Moreno, 2002).

En el plano internacional, él termino sustrato se aplica a todos los materiales sólidos indistintos de los suelos naturales, minerales u orgánicos, que colocados en un contenedor, en forma pura o mezclada, permite el anclaje del sistema radicular y el soporte de toda la planta. Los sustratos pueden ser de materiales químicamente



inertes o activos que pueden o no aportar elementos químicos al proceso de nutrición de las plantas (Bastida 2001).

Muchos materiales pueden ser utilizados como sustratos para el cultivo sin suelo. Desde el punto de vista comercial es muy aconsejable utilizar sustratos que tengan un bajo costo y un fácil aprovisionamiento. Las características físico-químicas del sustrato deben ser homogéneas y estables durante el tiempo que se considere como vida útil del mismo, (Moreno 2002).

El sustrato adecuado al cultivo es aquel capaz de retener un volumen suficiente de agua, aire y elementos nutritivos en forma disponible para la planta. Asimismo debe poseer un drenaje eficiente y permitir el rápido lavado de los excesos de sales que se acumulan en el sustrato dañando a las plantas. Los sustratos más apropiados para el cultivo del tomate son piedra volcánica, perlita o una mezcla de estos con materiales orgánicos (Zaidan, 1997).

Desde el punto de vista hortícola, la finalidad de cualquier sustrato de cultivo es producir una planta o cosecha de calidad en más corto periodo de tiempo con los más bajos costos de producción. El sustrato no deberá provocar un impacto de importancia sobre el medio ambiente (Bastida, 2001).

### **2.7.1 Clasificación de los sustratos.**

Los sustratos, de acuerdo con Bastida (2001) pueden clasificar como sigue:

Por su origen los sustratos son naturales o artificiales, los primeros se obtienen directamente del medio natural, con poca transformación para usarse mientras que los segundos son fabricados mediante un proceso industrial a partir de la transformación de otros materiales que constituye la materia prima.

Por otra parte, según Fernández (1998) los sustratos se clasifican en;

## Sustratos Naturales.

### a) Gravas.

Suelen utilizarse las que poseen un diámetro entre 5 y 15 mm. Destacan las gravas de cuarzo, la piedra pómez y las que contienen menos de un 10% en carbonato cálcico. Su densidad aparente es de 1,500-1,800 kg/m<sup>3</sup>. Poseen una buena estabilidad estructural, su capacidad de retención del agua es baja si bien su porosidad es elevada (más del 40% del volumen). Su uso como sustrato puede durar varios años. Algunos tipos de gravas, como las de piedra pómez o de arena de río, deben lavarse antes de utilizarse. También existen algunas gravas sintéticas, como la herculita, obtenida por tratamiento térmico de pizarras.

La que proporciona los mejores resultados es la arena de río, su granulometría más adecuada oscila entre 0.5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8-10 %. Algunos tipos de arena requieren lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores.

### c) Tierra volcánica.

Es un material de origen volcánico que se utiliza sin someterlo a ningún tipo de tratamiento, proceso o manipulación. Está compuestas de Sílice, Aluminio y Oxidos de Hierro. También contiene Calcio, Magnesio, Fósforo y algunos oligoelementos. Su granulometría es muy variable al igual que sus propiedades físicas. El pH de las tierras volcánicas es ligeramente ácido con tendencias a la neutralidad. La CIC es tan baja que debe considerarse como nula. Destaca su buena aireación, la inercia química y la estabilidad de su estructura. Tiene una baja capacidad de retención de agua, el material es poco homogéneo y de difícil manejo.

#### d) Turbas.

Las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia orgánica.

Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y un contenido elevado de sales solubles. Las turbas rubias tienen un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que ésta depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un pH. que oscila entre 3.5 y 8.5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semilleros.

#### e) Corteza de pino.

Se pueden emplear cortezas de diversas especies vegetales, aunque la más empleada es la de pino, que procede básicamente de la industria maderera. Al ser un material de origen natural posee una gran variabilidad. Las cortezas se emplean en estado fresco (material crudo) o compostadas. Las cortezas crudas pueden provocar problemas de deficiencia de nitrógeno y de fitotoxicidad. Sus propiedades físicas dependen del tamaño de sus partículas, y se recomienda que el 20-40% de dichas partículas sean con un tamaño inferior a los 0.8 mm. Es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0.1 a 0.45 g/cm<sup>3</sup>. La porosidad total es superior al 80-85%, la capacidad de retención de agua es de baja a media, siendo su capacidad de aireación muy elevada. El pH varía de medianamente ácido a neutro. La CIC es de 55 meq/100 g.

#### g) Fibra de coco.

Este producto se obtiene de fibras de coco. Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH. ligeramente ácido (6.3-6.5)

y una densidad aparente de  $200 \text{ kg/m}^3$ . Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee.

### **Sustratos artificiales.**

#### a) Lana de roca.

Es un material obtenido a partir de la fundición industrial a más de  $1600 \text{ }^\circ\text{C}$  de una mezcla de rocas basálticas, calcáreas y carbón coque. Finalmente al producto obtenido se le da una estructura fibrosa, se prensa, endurece y se corta en la forma deseada. En su composición química entran componentes como el sílice y óxidos de aluminio, calcio, magnesio, hierro, etc. Es considerado como un sustrato inerte, con una CIC casi nula y un pH ligeramente alcalino, fácil de controlar. Tiene una estructura homogénea, un buen equilibrio entre agua y aire, pero presenta una degradación de su estructura, lo que condiciona que su empleo no sobrepase los 3 años.

Este material tiene una gran porosidad y que retiene mucha agua, pero muy débilmente, lo que condiciona una disposición muy horizontal de las camas de siembra para que el agua se distribuya uniformemente por todo el sustrato.

#### b) Perlita.

Material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos  $1,000\text{-}1,200 \text{ }^\circ\text{C}$  de unas rocas silíceas volcánicas del grupo de las riolitas. Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1.5 y 6 mm, con una densidad baja, en general inferior a los  $100 \text{ kg/m}^3$ . Posee una capacidad de retención de agua de hasta cinco veces su peso y una elevada porosidad; su CIC es prácticamente nula ( $1.5\text{-}2.5 \text{ meq}/100 \text{ g}$ ); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar a los 5-6 años. Su pH. está cercano a la neutralidad ( $7\text{-}7.5$ ) y se utiliza a veces mezclada con otros sustratos como turba, arena, etc.

#### c) Vermiculita.

La vermiculita se obtiene por la exfoliación de un tipo de micas sometidas a temperaturas superiores a los  $800 \text{ }^\circ\text{C}$ . Su densidad aparente es de 90 a  $140 \text{ kg/m}^3$ ,

presentándose en escamas de 5-10 mm. Puede retener 350 litros de agua por metro cúbico y posee buena capacidad de aireación, aunque con el tiempo tiende a compactarse. Posee una elevada CIC (80-120 meq/l). Puede contener hasta un 8% de potasio asimilable y hasta un 12% de magnesio asimilable. Su pH es próximo a la neutralidad (7-7.2).

#### d) Arcilla expandida.

Este material se obtiene tras el tratamiento de nódulos arcillosos a más de 100 °C, formándose como unas bolas de corteza dura y un diámetro, comprendido entre 2 y 10 mm. La densidad aparente es de 400 kg/m<sup>3</sup> y posee una baja capacidad de retención de agua y una buena capacidad de aireación. Su CIC es prácticamente nula (2-5 meq/l). Su pH está comprendido entre 5 y 7. Con relativa frecuencia se mezcla con turba, para la elaboración de sustratos.

#### e) Poli estireno expandido.

Es un plástico troceado en flóculos de 4-12 mm, de color blanco. Su densidad es muy baja, inferior a 50 Kg/m<sup>3</sup>. Posee poca capacidad de retención de agua y una buena posibilidad de aireación. Su pH es ligeramente superior a 6. Suele utilizarse mezclado con otros sustratos como la turba, para mejorar la capacidad de aireación.

### **Sustratos orgánicos.**

Existen diversos residuos de origen orgánico que pueden utilizarse como sustrato, entre ellos se tienen los siguientes según Ruiz (1996).

a) Bagazo de caña. Subproducto que se obtiene en los Ingenios Azucareros y se pueden compostear, es muy rico en potasio, calcio y fósforo.

b) Cáscara de arroz. Fácil de obtener en las regiones productoras de arroz.

- c) Productos derivados de la madera. Aserrín, viruta y corteza de árbol molida, pueden usarse en forma directa o bien en forma de composta.
  
- d) Desperdicios Urbanos sólidos: basura, excrementos humanos, desperdicios de rastro (sangre, vísceras, cascos, huesos, etc.).
  
- e) Esquilmos agrícolas. Residuos de cosecha de maíz, trigo, cebada, avena, sorgo, etc.
  
- f) Estiércol de animales. Orines y excrementos de animales de los establos, debidamente compostados.

### **2.7. 2 Características generales de los sustratos.**

La combinación de la estructura generada por las partículas del sustrato en el espacio y las características del material (naturaleza, composición elemental y estructura interna) determinan las propiedades físicas y químicas de un sustrato (Burés, 1997). De hecho, según Bastida (2001) los sustratos presentan las siguientes características;

#### **1). Características físicas.**

- \* Composición y estructura.
- \* Forma y empaquetamiento.
- \* Isotropía e isometría.
- \* Granulometría y distribución.
- \* Porosidad.
- \* Densidad y peso.
- \* Estabilidad, elasticidad y compresibilidad.
- \* Características superficiales.

- \* Conductividad térmica.

- \* Capacidad de absorción de agua y conductividad hidráulica.

## 2). Propiedades químicas.

- \* Capacidad de intercambio catiónico.

- \* pH.

- \* Concentración de solutos.

- \* Elementos tóxico.

## 3). Propiedades biológicas.

- \* Contenido de materia orgánica.

- \* Relación carbono nitrógeno.

### 2.7.3. Composición de los sustratos.

Los sustratos, al igual que los suelos, están constituidos por dos elementos principales; materiales sólidos y espacio poroso por el que circulan los líquidos y los gases, en este sentido, Bastida (2001) establece que un sustrato presenta las tres fases de la materia, las cuales se describen a continuación:

#### Fase sólida.

La fracción sólida de los sustratos varía del 75% de volumen en algunas arenas a menos del 10% en materiales como lana de roca y turba de pantano. El porcentaje de la fracción sólida depende del tamaño de las partículas y el grado de compactación de los materiales, mientras más este compactado un material, mayor será la fracción sólida.

#### Fase líquida.

La fase líquida está determinada por la cantidad de agua que puede retener un material, en función de la porosidad y la facilidad o dificultad de adhesión de agua a las partículas de cada uno de los materiales. La solución acuosa dentro de un

sustrato tiene gran importancia ya que de ella depende el suministro de agua y elementos nutritivos a la planta.

### **Fase gaseosa.**

La fase gaseosa la constituye el aire que circula por los poros de los sustratos, este aire aporta el oxígeno necesario para la respiración de las células de las raíces de los cultivos y remueve el CO<sub>2</sub> que se liberan durante la respiración. El oxígeno también puede ser tomado del que se encuentra disuelto en el agua, pero este proceso solo aporta una pequeña cantidad que no siempre cubre las necesidades de las raíces de los cultivos.

## **2.8 Proceso de composteo.**

El compostaje es un proceso de fermentación bajo condiciones controladas que tiene como finalidad transformar la materia orgánica en compuestos estables desde el punto de vista químico y obtener una configuración física del sustrato no variable a medio plazo (Ruiz, 1996).

La composta es un abono orgánico obtenido mediante la descomposición de productos orgánicos; como rastrojo, pajas, pulpa de café, estiércoles, restos de animales y basuras orgánicas. Este sustrato se obtiene mediante un proceso de apilamiento, fermentación y descomposición natural, en el que intervienen bacterias, hongos y otros microorganismos aeróbicos que degradan la materia orgánica en un ambiente húmedo. La temperatura alta acelera el proceso de descomposición (Bastida, 2001).

Por lo general la composta tiene una adecuada capacidad de retención de elementos nutritivos y una gran actividad biológica. Las compostas que se han descompuesto adecuadamente ayudan a crear una estructura deseable del suelo,



además, la composta aporta varios elementos esenciales para el desarrollo de los cultivos (Etchever, 1995).

## **2.9 Importancia de la lombricultura.**

Se reconoce que la lombricultura tuvo sus orígenes alrededor de los años 40 en los EEUU de ahí pasa a Europa en los años 70, principalmente en Italia donde adquirió un desarrollo importante. También España, Chile y Brasil, han desarrollado esta tecnología, (Bravo y Varas, 1996).

Las lombrices de tierra consumen materia orgánica en descomposición ingiriendo todo tipo de residuos orgánicos de los que se alimentan. Presentan una eficiencia del 60%, sus excretas son de un material muy parecido al suelo, mismo que constituye un buen sustrato orgánico para emplearse en la producción de plantas y que en términos generales mejora las características del suelo (Bastida 2001).

En los últimos años, debido a que las reglamentaciones para la aplicación y disposición del estiércol han sido más rigurosas, ha crecido el interés por utilizar las lombrices como un sistema ecológicamente seguro para manejar el estiércol. Lo anterior debido a que diversos estudios han demostrado la capacidad de algunas lombrices de tierra para consumir una amplia gama de residuos orgánicos, residuos de cultivos, desechos industriales, aguas negras, etc, durante el proceso de alimentación. (Antiyeh et al, 2000).

La lombricultura se concibe como una biotecnología que permite utilizar la lombriz de tierra en condiciones de cautiverio con el propósito de reciclar desechos orgánicos de los cuales se alimenta generando productos tales como: 1) proteína para la alimentación de animales domésticos; 2) cebo para pesca; 3) enriquecimiento del suelo incorporando excretas de la lombriz en cautiverio como

vermiabono y 4) en algunas veces como fuente de proteína para alimentación humana (Salinas y Rojas, 1997).

Las lombrices fragmentan los residuos, aceleran la velocidad de descomposición de la materia orgánica, alteran las propiedades físicas y químicas de los materiales, provocando el composteo o el efecto de humificación a través del cual la materia orgánica inestable es oxidada y estabilizada. Los residuos orgánicos procesados por la lombriz de tierra, frecuentemente denominadas vermicompostas, son finamente divididos con alta porosidad, aireación, drenaje, y una alta capacidad de retención de humedad. Por otro lado, las vermicompostas, comparadas con sus materiales originales, tienen reducidas cantidades de sales solubles, mayor capacidad de intercambio catiónico, y un creciente contenido de ácidos húmicos totales. Las vermicompostas contienen elementos nutritivos en formas que son fácilmente asimilables para las plantas, tales como los nitratos, fósforo intercambiable, potasio soluble, calcio y magnesio. Además contienen sustancias biológicamente activas tales como reguladores de crecimiento vegetal (Antyeh et al, 2000).

A diferencia de una composta común, la vermicomposta presenta alto contenido de ácidos húmicos que aportan una amplia gama de sustancias fitoreguladoras del crecimiento en la planta y ácidos flúvicos cuya acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición cuyo efecto residual en el suelo llega hasta cinco años (Salinas y Rojas, 1997).

Además, comparada con el composteo microbiano convencional, el vermicomposteo genera un producto que es más o menos homogéneo, con estética deseable, con reducidos niveles de contaminantes y tiende a poseer más elementos nutritivos a través de un período de tiempo más largo, sin impactar el medio ambiente. (Ndegwaet al, 2000).

El contenido de nutrientes de la lombricomposta es mayor que en el sustrato de una composta, sin embargo también se requiere enriquecer de acuerdo a la especie vegetal que se este trabajando (Bastida, 2001).

### **2.9.1 Estructura de la vermicomposta.**

La vermicomposta es un material orgánico de alto peso molecular, el cual 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. El papel de la vermicomposta es muy importante ya que, se trata de un compuesto utilizable para las plantas en su nutrición. La vermicomposta funciona como almacén de elementos nutritivos, que impide que estos se lixivien; Los retiene en su superficie, listos para que la planta pueda hacer uso de ellos (Reines, 1998).

Debido al color que tiene la vermicomposta oscurece el suelo y hace que éste absorba más calor; influye en la textura del suelo debido a la gran cantidad de complejo coloidales que aporta. Además es una fuente importante de nitrógeno. El factor principal que influye en la formación de un tipo de vermicomposta es la actividad de las lombrices de tierra. Un suelo con elevada cantidad de lombrices tiene una estructura favorable y una alta capacidad de retención de humedad. La intensa actividad de las lombrices transforma un suelo compacto en uno con estructura porosa (Reines, 1998).

## **2.9.2 Propiedades de la vermicomposta.**

Según Reines (1988) presenta las siguientes propiedades:

### **Propiedades físicas de la vermicomposta.**

- \* Menor cohesión del suelo.
- \* Incrementa la circulación del agua y el aire.
- \* Aumento de la permeabilidad.
- \* Mayor retención de agua.
- \* Mejora los suelos arcillosos y arenosos.
- \* No despiden olor la vermicomposta.
- \* La capa que lo contiene es suelta y uniforme.

### **Propiedades químicas de la vermicomposta.**

- \* 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 intercambio 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 mantiene el potasio asimilable por la planta.
- \* Atenúa la retrodegradación del potasio.

\*Desprende el gas carbónico que se obtiene por la oxidación lenta de la vermicomposta, solubiliza ciertos minerales, con la cual moviliza los elementos esenciales hacia la planta.

### **2.9.3 Antecedentes de investigación con vermicomposta.**

Sherman (1997) realizó experimentos con arbustos ornamentales (crisantemos y petunias), col, chile, pepino y tomate, obtuvo una mayor velocidad de germinación y un mejor crecimiento de las plantas, 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.

Atiyeh et al. (2000) en un estudio realizado para evaluar la germinación, crecimiento y rendimiento del tomate, desarrolló durante 158 días en un medio estándar de crecimiento comercial (Metro-Mix 360) sustituido con diferentes concentraciones de estiércol de cerdo procesado con lombrices (vermicompost) bajo condiciones de invernadero, obtuvo que la sustitución del medio de crecimiento comercial con diferentes concentraciones de vermicomposta de estiércol de cerdo no sólo mejoró el crecimiento de las plántulas de tomate, sino también incrementó significativamente el rendimiento del tomate. El rendimiento más aceptable (5.1 kg/planta) se registró en la medio de crecimiento con 20% de vermicomposta de estiércol de cerdo, el cual fue 58% más grande que el rendimiento en las macetas testigo con Metro-Mix 360 (0% de vermicomposta).

Zárate (2000) evaluó el efecto de la vermicomposta sobre el desarrollo fenológico del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero, el cual obtuvo respuestas significativas al utilizar volúmenes de un 25 a un 50% de vermicomposta, al compararse con material inerte y solución nutritiva.

Aguilera (2000) evaluó el efecto de la vermicomposta sobre el desarrollo de chile chilaca aplicando dos tipos de vermicomposta (estiércol de cabra con paja de alfalfa) y (estiércol de cabra con paja de alfalfa más zacate de jardín), cada tratamiento con cuatro niveles (12.5 %, 25 %, 37.5 % y 50 %), y se comparó su efecto aplicando una solución nutritiva a macetas con arena como sustrato de crecimiento. Para la variable rendimiento se obtuvo que dos tratamientos de estiércol de cabra con paja de alfalfa, en los niveles 37.5 % y 25 % obtuvieron los mejores resultados en cuanto a rendimiento el tratamiento arena al 100%. Este fue superado por los tratamientos estiércol de cabra con paja de alfalfa y estiércol de cabra con paja de alfalfa y zacate de jardín.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1 Localización Geográfica de la Comarca Lagunera.**

La región lagunera se localiza en la parte central de la porción Norte de México, se encuentra ubicada entre  $103^{\circ} 25'57''$  de longitud Oeste al meridiano de Greenwich y  $25^{\circ} 31'11''$  de latitud Norte. Con una Altura de 1123 msnm (CNA, 2002).

#### **3.2 Localización del experimento.**

El experimento se llevó a cabo en el invernadero del Departamento de Horticultura de la Unidad Laguna, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la cual se localiza en Periférico Torreón-Gómez-Lerdo y la Carretera a Santa Fé, en Torreón, Coahuila, México.

#### **3.3 Condiciones del invernadero.**

Se trabajó en un invernadero de forma semicircular, con cubierta de plástico de polietileno, tiene dos ventanas laterales que se cubrieron con plástico, con altura de alrededor de 1.20 m las cuales están protegidas con malla antiáfidos de manera permanente, en la parte externa está protegido con una malla negra, que en invierno es retirada. En el interior cuenta con un termómetro de máximas y mínimas, piso de grava, un sistema de riego por goteo, No tiene pared húmeda, ni extractores, sus dimensiones son de 23 metros de largo, 8 metros de ancho y 4.5 metros de alto.

### 3.4 Materia prima para los medios de crecimiento en maceta.

#### 3.4.1 Vermicomposta de lombriz.

La vermicomposta de lombriz se obtuvo a partir de estiércol de caballo, estiércol de caballo+estiércol de cabra con paja, los cuales estuvieron en contacto con lombrices del tipo Roja Californiana (*Eisenia foetida*) durante un periodo promedio de tres meses, después de este periodo de descomposición se preparó una mezcla homogénea de vermicomposta, la cual se utilizaron en los tratamientos que se evaluaron.

#### 3.4.2 Tratamientos evaluados

Los tratamientos estudiados (cuadro 1) se originaron a partir de la mezcla de vermicomposta con arena a diferentes niveles de concentración, expresados como porcentaje del peso total de una maceta con una capacidad de almacenamiento de 25 Kg.

**Cuadro 1 Descripción de los tratamientos evaluados, en tomate bajo condiciones de invernadero.UAAAN- UL 2002**

	Vermicomposta%	Arena%
T1	An 12.5	87.5
T2	An 25.0	75.0
T3	An 37.5	62.5
T4	An 50.0	50.0
T5	Ad 12.5	87.5
T6	Ad 25.0	75.0
T7	Ad 37.5	62.5
T8	Ad 50.0	50.0

T= Tratamiento; An= genótipo Andre;

Ad = genótipo Adela



### **3.5 Material vegetal.**

El material genético de tomate que se utilizó, fueron los genotipos Andre y Adela los cuales presentan un crecimiento indeterminado y con la característica de larga vida de anaquel. Dicho material fue trasplantado y establecido en el invernadero de la UAAAN-UL en el ciclo otoño Invierno, 2001-2002.

### **3.6 Desarrollo del experimento.**

#### **3.6.1 Siembra de semilla en charola.**

Las semillas de tomate, se sembraron en charolas de unicel de 200 celdillas el día 25 de junio 2001, el sustrato utilizado para la germinación fue Peat most y el manejo que se le dio fue: humedecer el sustrato con agua para posteriormente llenar la celdillas de la charola, enseguida se realizó la siembra colocando una semilla por celda y finalmente se colocó una capa de Peat most para tapar la semilla. La charola se introdujo al invernadero y se aplicaron riegos cada tercer día hasta el momento del transplante.

#### **3.6.2 Preparación de los medios de crecimiento.**

Los medios de crecimiento utilizados (cuadro 1) se originaron de la combinación de arena de río con vermicomposta, la arena se esterilizo con Bromuro de Metilo a razón de una libra de bromuro de metilo por cada 3m<sup>3</sup> de arena, la vermicomposta fue previamente cribada con una malla de 5 mm. Una vez que se realizaron las combinaciones se procedió al llenado de macetas. Como macetas se utilizaron bolsas de polietileno, de color negro (tipo vivero) con una capacidad de 25 Kg.

### **3.6.3 Transplante del tomate.**

El transplante se llevo a cabo el 14 de agosto 2001, consistió en colocar una planta por cada maceta con las siguientes genotipos Andre y Adela las cuales se colocaron al azar en los diferentes niveles de vermicomposta.

### **3.6.4 Riego de las Macetas.**

Se estableció un sistema de riego por goteo tipo espagueti, cada maceta contó con un gotero individual, los riegos se realizaron 2 veces por día en diferentes horarios, se aplicó un total de 1 litro por planta al día. Para los riegos se utilizó agua potable de llave.

### **3.6.5 Polinización.**

Cuando inició la etapa de floración se procedió a la polinización con un vibrador (cepillo dental eléctrico) el cual se pasó por el pedúnculo de inflorescencia por un lapso de tres segundos esta actividad se realizó diariamente durante este periodo.

### **3.6.6 Poda.**

Cada tercer día se eliminaron brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. También durante la fructificación en el punto rosado de los primeros racimos se eliminaron las hojas que quedaron debajo de éste, con el propósito de facilitar la aireación y mejorar la coloración de los frutos.

### 3.6.7 Tutoreo.

Se tutoró amarrando la planta con rafia (cordón de plástico) desde la base y del otro extremo a un alambre galvanizado utilizado como soporte, Las plantas fueron guiadas a un solo tallo, esto se realizó de abajo hacia arriba para no perder la guía principal se realizó cuando la planta alcanzo una altura de 30 cm para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y frutos toquen el suelo.

### 3.6.8 Plagas y enfermedades.

Durante el ciclo fonológico del cultivo se presentaron las siguientes plagas; mosquita blanca (*Bemisia argentifolli*), minador de la hoja (*Liriomyza spp* ), gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella*) y ácaro (*Aculops lycopersici*). Para combatir la mosquita blanca se utilizó confidor a razón de 1 L/ha, mientras que el minador de la hoja se eliminó manualmente quitando las hojas dañadas, para combatir el acaro se aplicó Azufre a razón de 2 litros por hectárea, se asperjó este producto en el follaje para controlarlo.

En cuanto a enfermedades la planta presentó problemas de Damping off cuando estaba en charola, para controlarlo se le aplicó funguicida Tecto 60 a razón de 500 gramos por hectárea.

### 3.7 Cosecha.

En relación a los criterios de cosecha, esta se realizó una vez que los frutos de los primeros racimos alcanzaron un color rosado. Los cortes se efectuaron una vez por semana para poder hacer las evaluaciones de las variables de interés.

### **3.8 Variables evaluadas.**

#### **a) Tamaño del fruto.**

Para determinar el tamaño de los frutos, se utilizó un vernier (pie de Rey), tomando el diámetro de cada fruto cosechado.

#### **b) Rendimiento.**

Para clasificación del rendimiento de tomate se tomó en cuenta la producción de los frutos con calidad comercial de cada tratamiento y su repetición los cuales después de cada corte, se registró su peso usando una báscula de precisión.

#### **c) Grados Brix.**

La determinación de grados Brix se realizó con un refractómetro de campo, el procedimiento consistió en partir los tomates a la mitad poner dos gotas de jugo de este en el refractómetro y se registró la lectura . Después de cada lectura en cada muestra se lavó y secó el refractómetro antes de que se utilizara en la siguiente muestra.

#### **d) Número de lóculos.**

Se determinó partiendo el tomate a la mitad con un cuchillo y se contaron la cantidad de espacios que presentó cada fruto.

### **e) Diámetro polar y ecuatorial.**

Para esta variable se utilizó un vernier, las unidades de medida fueron expresadas en cm.

### **f) Coloración interna y externa.**

Por medio de las tablas de la Real Sociedad de Horticultura de Londres se hizo una comparación con los colores ahí clasificados y se procedió a la asignación de claves para cada tomate en estudio.

### **g) Grosor de pulpa.**

Se partió el tomate a la mitad con el uso de un cuchillo y usando una regla milimétrica la cual sirvió para medir el grosor de la pulpa.

## **3.9 Unidad y diseño experimental.**

Dentro del invernadero se colocó una fila a doble hilera de macetas, con un arreglo topológico a tresbolillo, dando un total de 125 macetas por toda el área experimental y de ahí se seleccionaron cuatro macetas por genotipo y por nivel de vermicomposta para evaluar las variables de interés para este trabajo. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con ocho tratamientos 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 se realizó en una fase el cual contó con 8 tratamientos.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de los datos obtenidos de las variables registradas a los genotipos de tomate que se sujetaron a los ocho tratamientos de vermicomposta en un diseño completamente al azar se realizó utilizando un análisis de varianza (cuadro 2) y además se aplicó la prueba DMS (5%), para la comparación de las medias de tratamientos en aquellas variables que presentaron significancia estadística.

**Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia estadística de los ANVA realizados, para las variables peso, diámetro polar, diámetro ecuatorial, grados Brix, espesor de pulpa y número de lóculos de los genotipos de tomate en los tratamientos evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL. 2002.**

Fuentes de Variación	gl	Cuadrados Medios					
		peso	DP	DE	°Brix	EP	NL
Tratamiento	7	28321.22 **	4.08 **	4.40 **	2.94**	.062 ns	2.3*
Error	39	4855.13	.50	.90	.75	.15	.95
Total	46						
Cv (%)		37.99	11.38	13.49	15.07	41.97	21.10

DP = Diámetro polar; DE = Diámetro ecuatorial; EP = Espesor de pulpa; NL = Numero de lóculos; \*,\*\* = Significancia al 5% y 1%, respectivamente; ns = no significativo.

### 4.1 Análisis de los tratamientos evaluados.

En los resultados obtenidos en el análisis estadístico realizado (cuadro 2), se establece que en cinco de las variables evaluadas se presentó diferencia significativa; peso, diámetros polar y ecuatorial, y °Brix ( $P < 0.01$ ) y número de lóculos ( $P < 0.05$ ), por lo que respecta a la variable restante, espesor de pulpa no presentó diferencia significativa.

#### 4.1.1 Variable número de lóculos.

La diferencia significativa que resultó en el análisis de varianza (cuadro 2) para la variable número de lóculos y que se presenta en la prueba DMS (cuadro 3), se observa que los tratamientos An 37.5 (genotipo Andre con 37.5% de vermicomposta) y Ad 37.5 (genotipo Adela con 37.5% de vermicomposta) obtuvieron el mayor número de locus situándose en el primer grupo estadístico (a) por lo cual fueron los mejores tratamientos para esta característica, sin embargo también se observa que los tratamientos, An 12.5 (Andre con 12.5% de vermicomposta) y An 50 (genotipo Andre con 50% de vermicomposta) son estadísticamente iguales entre si por lo tanto se logró generar una respuesta similar con respecto a esta variable.

El tratamiento Ad 50 (genotipo Adela con 50% de vermicomposta) y Ad 25 (genotipo Adela con 25% de vermicomposta) son los que obtuvieron el menor número de lóculos por fruto de tomate esto se debió posiblemente a las características genéticas de los materiales.

**Cuadro 3. Comparación de medias de tratamiento y niveles de vermicomposta mediante la prueba DMS (5%) para la variable número de lóculos en frutos de tomate. UAAAN-UL. 2002.**

Tratamiento G-NC (%)	media	Nivel de significancia	
An 37.5	5	a	
Ad 37.5	4.88	a	
An 12.5	4.72	b	
An 50	4.69	b	
An 25	4.51	b	
Ad 12.5	4.44	c	
Ad 50	4.40	c	d
Ad 25	4.13		d

G =genotipo; NC = Niveles de composta An = Genotipo Andre; Ad = Genotipo Adela; 12.5-50 niveles de composta aplicada descritos en el cuadro 1.



#### 4.1.2 Variable diámetro Polar.

La diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) que generó el análisis de varianza (cuadro 2) para la variable diámetro polar de los frutos de tomate se corroboró aplicando la prueba DMS (5%) en el cuadro 4 se observa que los tratamientos An 25 (genotipo Andre con 25% de vermicomposta), An 37.5 (genotipo Andre con 37.5% de vermicomposta), An12.5 (genotipo Andre con 12.5% de vermicomposta) y An 50 (genotipo Andre con 50% de vermicomposta) obtuvieron el mayor diámetro polar situándose en el primer grupo estadístico (a) por lo cual resultaron los mejor tratamiento para esta característica, por otra parte el tratamiento Ad 25 (genotipo Adela con 25% de vermicomposta) fue el que presentó el valor de diámetro polar más bajo, por lo cual se puede señalar que bajo las condiciones de manejo del experimento, este genotipo y el nivel aplicado de vermicomposta no favoreció el diámetro polar en los frutos.

También se observa en el cuadro 4, que el genotipo Andre que en cualquiera de los niveles de vermicomposta evaluados, superó el diámetro polar del genotipo Adela en todos los niveles de vermicomposta.

**Cuadro 4. Comparación de medias de tratamiento y niveles de vermicomposta con la prueba DMS, para la variable diámetro polar de frutos de tomate en los tratamientos evaluados. UAAAN-UL 2002.**

Tratamiento G-NC(%)	media	Nivel de significancia		
An 25	6.88	a		
An 37.5	6.51	a		
An 12.5	6.36	a		
An 50	6.26	a	b	
Ad 50	6.20		b	c
Ad 12.5	6.04			c
Ad 37.5	5.78			c d
Ad 25	5.76			d

G =genotipo; NC = Niveles de composta An = Genotipo Andre; Ad = Genotipo Adela; 12.5-50 niveles de composta aplicada descritos en el cuadro 1.



#### 4.1.3 Variable diámetro ecuatorial.

La diferencia altamente significativa que existe en el análisis de varianza (cuadro 2) para la variable diámetro ecuatorial de los frutos de tomate se muestran en la prueba DMS (5%) del cuadro 5, en este cuadro se observa que los tratamientos An 25 y 37.5 (genotipo Andre al 25 y 37.5%) obtuvieron, en ambos niveles, la mayor respuesta para esta variable, ubicándose ambos tratamientos en el primer grupo estadístico, el resto de los tratamientos An 12.5 y 50 (genotipo Andre al 12.5 y 50%) y Ad (genotipo Adela) en todos los niveles de vermicomposta (12.5, 25, 37.5 y 50%) presentaron el menor diámetro ecuatorial para los frutos de tomate.

**Cuadro 5. Comparación de medias de tratamientos y niveles de vermicomposta con la prueba DMS, para la variable diámetro ecuatorial del número de frutos de tomate en los tratamientos evaluados. UAAAN-UL, 2002.**

Tratamiento G-NC(%)	Media	Nivel de significancia
An 25	7.59	a
An 37.5	7.46	a
An 50	6.93	b
Ad 37.5	6.93	b
Ad 12.5	6.92	b
An12.5	6.86	b
Ad 50	6.74	b
Ad 25	6.42	b

G = genotipos; NC =niveles de composta; An = Genotipo Andre; Ad = Genotipo Adela; 12.5-50 niveles de composta aplicada descritos en el cuadro 1

#### 4.1.4 Variable grados Brix.

Para la variable grados Brix de los frutos de tomate se determino una diferencia altamente significativa (cuadro 2) y al aplicarse la prueba DMS (5%) se observa

que el tratamiento An 37.5 (genotipo Andre con 37.5% de vermicomposta) obtuvo el valor promedio de grados Brix más alto, situándose en el primer grupo estadístico (a), por lo cual resulto el mejor tratamiento para esta característica también se observa que los tratamientos An 50 (genotipo Andre con 50% de vermicomposta) y Ad 12.5 (genotipo Adela 12.5% de vermicomposta) fueron los que presentaron la menor concentración de sólidos solubles en los frutos de tomate. Los tratamientos restantes se agruparon en el segundo grupo estadístico.

**Cuadro 6. Comparación de medias de tratamientos y niveles de vermicomposta con la prueba DMS, para la variable grados Brix de frutos de tomate en los tratamientos evaluados. UAAAN, 2002.**

Tratamiento G-NC(%)	Media	Nivel de significancia	
An 37.5	6.21	a	
Ad 37.5	5.95	a	b
Ad 25	5.87	a	b
An 25	5.76		b
An12.5	5.64		b
Ad 50	5.55		b
An 50	5.44		c
Ad 12.5	5.34		c

G= Genotipo; NC =niveles de composta; An = Genotipo Andre; Ad = Genotipo Adela; 12.5-50 niveles de composta aplicada descritos el cuadro 1

#### 4.1.5 Interacción genotipo composta.

En el cuadro 2 se aprecia que la variable peso fue altamente significativa ( $P < 0.01$ ) el mismo ANVA determino la existencia de la interacción entre genotipo-composta, por lo que se incluye el ANVA para esta situación (cuadro 7). Del análisis de la interacción Genotipo Composta.

**Cuadro 7. Cuadrados medios y significancia estadística del ANVA para la variable peso considerando la interacción genotipo composta para el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero UAAAN-UL 2002.**

FV	Cuadrados medios	
	gl	peso
Genotipo (G)	1	82142.26**
Composta (C)	3	9666.63ns
GXC	3	20765.48**
CV%		37.19

Para la interacción genotipo composta se determinó lo siguiente. El genotipo Andre supero al genotipo Adela, a demás se aprecia que el genotipo Andre incremento su valor conforme se incrementa la aplicación de vermicomposta hasta el nivel de 37.5%, en el cual se obtuvo el promedio de la variable peso el valor más alto (224.7 g fruto<sup>-1</sup>). Por su parte el genotipo Adela presento un comportamiento irregular en la variable peso aunque el valor más alto de esta variable se volvió a presentar en el nivel 37.5% de vermicomposta aplicada. Con este nivel de vermicomposta se obtuvo un valor promedio de la variable peso que supera en 4.4 g fruto<sup>-1</sup> valor promedio de la variable peso más bajo que generó el genotipo Andre, lo anterior corrobora la mejor adaptación del genotipo Andre a la dosificación de la vermicomposta bajo condiciones del manejo del experimento.

**Cuadro 8. Valores promedio de la interacción en los diferentes niveles de vermicomposta, con respecto a los genotipos para la variable peso.**

N vermicomposta	Andre	Adela
37.5	224.7 a b	174.7 a
25	223.4 a	139.7 b
12.5	196.3 a	170.5 a b
50	170.3 b	171.7 a b

#### 4.1.6 Coloración y forma.

El color del fruto presentó variación que fue desde color naranja hasta diferentes tonalidades de rojo (rojo claro a rojo oscuro). En cuanto a la forma del fruto se utilizó la ficha técnica de la comercializadora de semillas Hazera (1999) de acuerdo con esta ficha se determinó que los datos obtenidos presentaron forma globosa excepto los frutos del tratamiento An 37.5 (genotipo Andre con 37.5% de vermicomposta) que fue el que presentó forma globosa profunda (cuadro 9). Por lo anterior de acuerdo con Hazera (1999) los frutos de tomate obtenidos para cualquiera de los tratamientos con vermicomposta tendrían un adecuado grado de aceptación en el mercado.

**Cuadro 9. Coloración externa, coloración interna, forma de los frutos de tomate de los tratamientos evaluados. UAAAN, 2002**

Tratamiento	C. Externa	C. Interna	Forma.
An 50	42A	44B	Globoso
An 37.5	34A	42A	Globoso p.
An 25	32A	42A	Globoso
An 12.5	44A	42A	Globoso
Ad 50	42A	42A	Globoso
Ad 37.5	42A	35A	Globoso
Ad 25	34A	42A	Globoso
Ad 12.5	32A	34A	Globoso

An = Genotipo Andre; Ad = Genotipo Adela; 12.5-50 niveles de composta descritos en el cuadro 1.

#### 4.1.7 Variable rendimiento.

El número de cortes que se realizaron para la evaluación de esta variable fue de 14 cortes a intervalo de 8 días, los frutos que presentaron daño por insectos y pudrición apical no se tomaron en cuenta para obtener el rendimiento tampoco aquellos que presentaron deformación.

**Cuadro 10. Cuadrados medios y significancia estadística del ANVA realizado, para la variable rendimiento para el cultivo de tomate en los tratamientos evaluados bajo condiciones de invernadero UAAAN-UL. 2002.**

Fuente de variación	Cuadrados medios	
	gl	Rendimiento
Tratamiento	7	3899.432136 ns
Error	26	2650.77
Total	33	
Cv%		51.32086

Como se puede observar en el cuadro 10 la variable rendimiento no presentó diferencia significativa sin embargo es importante señalar que el tratamientos An 37.5 (genotipo Andre con 37.5% de vermicomposta) fue el que mayor rendimiento obtuvo generando 170.52 ton/hectárea, y el que presentó el menor rendimiento fue An 12.5 (genotipo Andre con 12.5% de vermicomposta) con 74.44 ton/hectárea.

**Cuadro 11 Rendimiento para dos genotipos de tomate en diferentes niveles de vermicomposta evaluados en condiciones de invernadero UAAAN-UL. 2002**

Tratamiento G-NC	Rendimiento ton/ha
An 37.5	170.52
An 25	131.06
Ad 50	105.40
An 50	92.15
Ad 12.5	88.60
Ad 37.5	81.14
Ad 25	78.47
An 12.5	74.44

An = Genotipo Andre; Ad = Genotipo Adela; 2.5-50 niveles de vermicomposta descritos en el cuadro 1

De los resultados obtenidos en este experimento se puede realizar los siguientes comentarios, debido al comportamiento que presentó cada una de las variables evaluadas. En el caso de las mezclas de vermicomposta con arena la mejor respuesta se obtuvo en los niveles que oscilan entre 25 y 37.5% de vermicomposta, comportamiento similar al que determinó Zárte (2002). Estos niveles de vermicomposta son mayores a los utilizados por Subler et al (1998) que aplicaron niveles entre el 10 y 20% de vermicomposta a partir de estiércol de cerdo. También se puede mencionar que en términos generales el crecimiento de los genotipos utilizados fue beneficiado adecuadamente por la vermicomposta como medio de crecimiento, coincidiendo este comportamiento por lo establecido por Riggle (1998) quien estableció que el crecimiento de las plantas fue igual o mejor cuando se usa vermicomposta en lugar de un sustrato inerte como la arena.

Para los genotipos utilizados se determinó que la mejor respuesta se obtuvo con el genotipo Andre su respuesta fue similar a la que obtuvo Zárte (2002) quien utilizó el genotipo Flora-Dade con mezclas de vermicomposta y arena.

Se presentó diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) para la variable grados Brix. Con respecto a esta variable es necesario señalar que los valores promedios obtenidos oscilan entre 5.34 y 6.21 °Brix (cuadro 6) superando el valor recomendado por Diez (1999), de 4.5 y 5.5 °Brix. Para frutos de tomate por lo que es posible suponer que las mezclas de vermicomposta-arena, de preferencia en los niveles de 25 a 37.5 %, facilita la acumulación de sólidos solubles en los frutos de tomate.

Para la variable peso promedio por fruto quien presentó diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) los valores promedios obtenidos que van de 139.7 y 224.7 (cuadro 8) son similares a los encontrados por Santos (2002) en la evaluación de tres híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero con fertirrigación el cual utilizó como medio de crecimiento arena + solución nutritiva obteniendo valores encontró promedios que oscilan de 156 a 219 g por fruto de tomate por lo que es importante señalar que las mezclas de vermicomposta-arena pueden competir con la fertirrigación.

Para la variable diámetro polar en el análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) se encontraron valores promedios que van de 5.76 a 6.88. (cuadro 4) resultados similares a los encontrados por Santos (2002) en una

evaluación de tres híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero con fertirrigación el cual encontró valores promedios que van de 5.5 hasta 6.49. Para la variable diámetro ecuatorial la cual se encontró diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) se encontraron valores que oscilan de 6.42 a 7.59 (cuadro 5) los resultados obtenidos coinciden con las Normas Mexicanas de calidad, ya que entran en la categoría de grande (6.3mm) y extra grandes (7.0 mm en adelante) Vázquez (1999). Con lo que se refiere a la variable rendimiento, el cual no presentó diferencia significativa los rendimientos que se obtuvieron oscilan en valores que van de 74.44 a 170 ton/ha (cuadro 11). Los cuales se asemejan a los resultados obtenidos por Santos (2002) quien en una evaluación de tres híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero con fertirrigación encontró rendimientos de 139 a 114.0 ton/ha, y Rodríguez (2002) por su parte en una evaluación de híbridos de tomate en condiciones de invernadero con fertirrigación encontró para el genotipo Andre un rendimiento de 97.1 ton/ha.

Con respecto a lo anterior es importante destacar que los tratamientos con vermicomposta posiblemente resulten más económicos puesto que no se invierten en recursos para adquirir los fertilizantes requeridos en la solución nutritiva.

## V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, durante el desarrollo de este experimento y de la discusión e interpretación que de ellos se realizó, se pueden generar las siguientes conclusiones.

- 1.- Para la variable lóculos de frutos de tomate se observa que el tratamiento An 37.5 (genotipo Andre con 37.5% de vermicomposta) y Ad 37.5 obtuvieron los mejores promedio de número de lóculos en los frutos de tomate, por lo que se asume que esta vermicomposta a este nivel con este genotipo favorece la formación de lóculos.
- 2.- En caso de las variables diámetro polar y diámetro ecuatorial el tratamiento An25 (genotipo Andre con 25% de vermicomposta) presentó los mejores diámetros en los frutos de tomate, por lo que se concluye que utilizando este tratamiento se generan los mejores promedios de diámetro, tanto polar como ecuatorial.
- 3.- Para la variable peso los tratamientos An 37.5 y An 25 generaron los mayores valores promedio de rendimiento.
4. Para la variable grados Brix se observa que el tratamiento An37.5 (genotipo Andre con 37.5% de vermicomposta) obtuvo el mejor promedio de grados Brix en los frutos de tomate, por lo que se asume que este nivel de vermicomposta utilizando este genotipo favorece la acumulación de sólidos solubles presentes en los frutos de tomate.
- 5.- En términos generales el comportamiento del genotipo Andre superó al genotipo Adela y los niveles de composta que lograron efectos favorables para este comportamiento oscilan de 25 a 37.5%.



## VI. RECOMENDACIONES

a) Se recomienda el tratamiento An 25 (Genotipo Andre con 25% de vermicomposta) en caso de que un productor desee tener frutos con mayor diámetro tanto polar como ecuatorial, ya que este tratamiento fue el que resultó mejor para estas variables.

b) En el caso de la variable °Brix, el tratamiento An 37.5 (Genotipo Andre con 37.5% de vermicomposta) fue el que obtuvo la mayor concentración de sólidos solubles. En este sentido se recomienda este tratamiento para la producción de tomate que van a ser destinados para la industria de los purés o para la elaboración de jugos por su alto contenido de sólidos.

c) En el caso de que se desee tener más peso por fruto de tomate se recomienda utilizar composta a los niveles de 25 y 37.5% con el genotipo Andre.

## LITERATURA CITADA.

Aguilera G. S.(2002). Efectos de la vermicomposta en Chile Chilaca (*Capsicum annuum L.*) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN UL.

Atiyeh, R. M. Arancon, N. Edwards, C. A. Metzger, J. D. (2000). Influence of earthworm- processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Biores. Techno* Pp. 175-180.

Adams. (1984). Principios de Horticultura. Editorial Cribas S. A. Pp.5-11.

Bastida, T., A. (2001). El Medio de Cultivo de las Plantas (Sustratos para la Agricultura Moderna). Universidad Autónoma de Chapingo. Pp. 15-19,72-73.

Bansal, S. Kapoor, K. K. (2000). Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology*. Pp. 95-98.

Bravo-varas, A. (1996). Técnicas y aplicaciones del cultivo de la lombriz Roja californiana.(*Eisenia foetida*). Facultad de humanidades.

<http://www.geocities.com/RainForest/Canopy/8317/eisenia.html>

Comisión Nacional del Agua. CNA. (2002). Gerencia Regional. Cuenca Central del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua Torreón Coahuila.

Diez, J. M. (1999). Tipos varietales. Pp. 97-98. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.

Etchever, J. (1995). Manual de Fertilizantes para Horticultura. Editorial Limusa, S. A. De C. V. Pp. 161-170.

Fitzpatrick, E., A. (1996). Introducción a la Ciencia de los Suelos. Editorial Trillas. Pp. 127-129.

Fernández, L. (1998). Sustratos para la Agricultura Pp. 1-15.  
<http://www.humus.net/sus.htm>

Hazera Quality Seeds Ltd (HAZERA).(1999). Quality Seeds Tomate. Ficha técnica. Israel.

Ibar A. L. (1987). Tomates, Pimientos , Berenjenas. Editorial Aedos Barcelona. Pp. 27-29.

Jiménez, G. (1992). Fertilizantes de Lenta liberación. Editorial Trillas. Pp. 70-74.

Milthorpe, F. L. Y Moorby, J. (1982). Introducción a la Fisiología de los Cultivos. Editorial Hemisferio Sur. Pp. 24.

Moreno, I. T. (2002). Cultivo de hortalizas sin suelo. Instituto Nacional del Empleo Centro de Formación Profesional Ocupacional de Horticultura. C/Remata s/n – CP. 04407/Almeria, España. Telefax: (34) 950244833. [morenote@Wanadoo.es](mailto:morenote@Wanadoo.es).

Nuez, F. (1995). El cultivo del Tomate. Ediciones Mundi Prensa. Pp. 29-31, 388,391.

Ndegwa, P. M.Thompson, S. A.Das, K. C. Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids. Biores. Technol. P.p 5-12.

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>.

Rodríguez, S. Y Rojas. (2000). Aspectos Técnicos y Básicos en la Producción de Composta. Pp. 4-10.

<http://www.nada50org/word/dworch>.

Rodríguez, D. N. (2002). Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo condiciones de invernadero en otoño- invierno en la comarca Lagunera. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna Pp. 82.

Robledo, T. (2002). Producción de Hortalizas en invernadero con enfoque Orgánico. Memorias de la XIV semana internacional de Agronomía FAZ-UJED. Pp. 47,48.

Ruiz, F (1996). Horticultura Orgánica, Perspectivas para México. Departamento de Suelos, UACH. Pp. 1-15.

Sampererio Ruiz, G. (1999). Hidroponía Comercial. Editorial Diana. Pp. 17-19.

Santos, C. J. (2002). Evaluación de tres híbridos de tomate(*Lycopesicon esculentum Mill*) Bajo condiciones de invernadero en otoño invierno en la Comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Pp. 50-54.

Sherman-Huntoon,R.(1997). Earthworm castings as plant growth media. Earthworms in waste and environmental management. C. E. a. E. Neusher: 1-3.

Subler, S., Edwards, C., and Metzger, J. (1998). Comparing Vermicomposts And Composts. BioCycle. 63-66.

[http://gnv.fdt. Net/~windie/refrence/july98.htm](http://gnv.fdt.Net/~windie/refrence/july98.htm).

Turchi, A. (1999). Guía Práctica de Horticultura. Ediciones CAC, S. A. Pp. 206-210.

Teuscher y Adler. (1984). El Suelo y su Fertilidad. Editorial Continental S. A. De CV. México. Pp 345.

Valades, L. (1990). Producción de Hortalizas. Editorial Limusa. Pp. 14-18.

Vásquez, A. J. (1999). Productos alimenticios no industrializados para consumo humano- Hortalizas frescas- Tomate- (*Lycopersicon esculentum Mill.*) Especificaciones Programa de inocuidad alimentaria. Normas oficiales Mexicanas. Pp. 2-18.

Zaidan, O. (1997). La Producción de Tomate. Ministerio de Relaciones Exteriores, Centro de Cooperación Internacional y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Centro de Cooperación Internacional Para el Desarrollo Rural, Centro de Cooperación Internacional Para el Desarrollo Agrícola del Estado de Israel.

Zárate, L. T. (2002). Respuesta Fisiológica del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) En cuatro sustratos de Vermicomposta en diferentes niveles. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna.