

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD REGIONAL LAGUNA.

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.



SOLUCIONES NUTRITIVAS ORGÁNICAS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS  
DE TOMATE.

POR:

JOSÉ BERNARDO HERNÁNDEZ PALOMO.

TESIS

Presentada como requisito parcial

para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA.

Torreón, Coahuila, México, Diciembre 2011.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD REGIONAL LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

SOLUCIONES NUTRITIVAS ORGÁNICAS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS  
DE TOMATE.

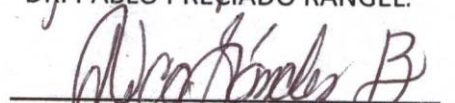
POR:  
JOSÉ BERNARDO HERNÁNDEZ PALOMO.

TESIS  
QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA.  
REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL:

  
DR. PABLO PRECIADO RANGEL.

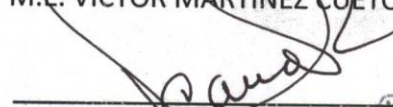
ASESOR:

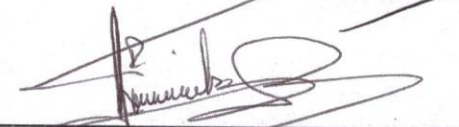
  
M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL.

ASESOR:

  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO.

ASESOR:

  
DR. PEDRO CAÑO RÍOS.

  
DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS.  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.



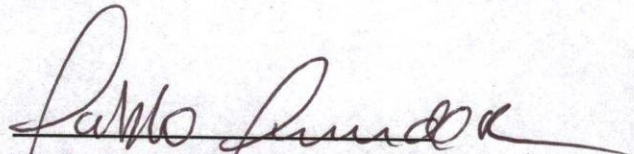
Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD REGIONAL LAGUNA.  
DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS.

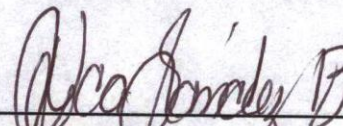
TESIS DEL C. JOSÉ BERNARDO HERNÁNDEZ PALOMO QUE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA.

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

  
DR. PABLO PRECIADO RANGEL.

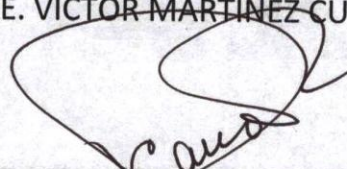
VOCAL:

  
M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL.

VOCAL:

  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO.

VOCAL SUPLENTE:

  
DR. PEDRO CANO RÍOS.

  
DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México, Diciembre de 2011.

## DEDICATORIAS

### **A MIS PADRES:**

**JOSE BERNARDO HERNANDEZ PALOMO Y MA. DEL CARME PALOMO AMAYA**, por haber creído en mí, por haber confiado en mí y por haberme dado la oportunidad de devolverles un poco de lo que me han dado, terminando mi carrera, porque nunca podre pagar todo el apoyo y cariño, por ser el ejemplo de vida para mi persona, porque nunca hubiera creído estar escribiendo esto si no es gracias a su apoyo. Este y todos mis logros siempre serán para ustedes.

### **A mis hermanos:**

Alonso y Karina Que este logro que hoy me llena de felicidad sea ejemplo para ellos, para demostrarles que nada es imposible.

### **A mi abuelo:**

Ernesto palomo García por ser para mí un ejemplo de vida, de trabajo, y de persona, por haberme soportado este tiempo y darme la oportunidad de conocerlo y llegar a quererlo tanto. Por ser para mí un Padre, este logro también es tuyo.

### **A mis Tíos:**

Teresa Palomo por haberme apoyado tanto , a Omar Hernández del Toro por escucharme y apoyarme, a Hilda Hernández por preocuparse por mí y tratarme como un hijo, a Miguel Palomo por ese gran ejemplo de lucha y de trabajo día con día, a Juan Antonio Palomo, a mi tío Juanito, a Lucy Hernández, y en

especial a Rosario Palomo por brindarme apoyo incondicional y apoyar a mí y a mi familia algo que nunca poder pagarle, más que con mi gratitud, cariño y respeto.

**En especial para:**

**Ma. Del Carmen palomo y Ma. Santos Quezada** que sé que les gustaría haberme visto recibir mi título, pero la dios las ha llevado con él. Las quiero y las extraño

## **AGRADECIMIENTOS:**

### **A MI ALMA TERRA MATER**

Por brindarme los medios para poder realizarme en el ámbito profesional, porque siempre me sentiré orgulloso de ser de la NARRO.

### **A mis maestros:**

Al Dr. Cano, Pablo, Lagarda, Madero, M.C. Francisca Sánchez, Cueto, Francisco Suárez, Ing. Juan De Dios, Lucio Leos Escobedo por haberme brindado la oportunidad de aprender de ellos.

### **A mis amigos:**

Rafael Sosa Islas y Romel Sorrosa Ibarra, porque amigos puedo tener miles pero ninguno como ustedes

### **A mi novia**

A la persona que me soporto más de 3 años, que me ayudo y me apoyo en lo que pudo, y que a pesar de todo lo pasado sigue conmigo , y espero sea así por siempre . Gracias Anita Gómez Cerecedo por ser mi amiga, y mi novia te quiero mucho.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iii</b>
<b>INDICE</b> .....	<b>iv</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>vi</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>viii</b>
<b>I.INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
1.1 Objetivos.....	<b>3</b>
1.2 Hipótesis.....	<b>3</b>
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b>	
<b>2.1 Importancia del cultivo de tomate en México</b> .....	<b>4</b>
2.2 Nutrición de plántulas de tomate.....	<b>6</b>
2.2.1 Efectos de los nutrimentos en la producción de plántulas .....	<b>7</b>
2.2.2 La nutrición de plántulas y el momento del trasplante.....	<b>8</b>
2.2.3 Importancia de la nutrición de plántulas en el desarrollo del cultivo..	<b>10</b>
<b>2.3 Soluciones orgánicas en la producción de plántulas</b> .....	<b>11</b>
2.3.1 Té de compost.....	<b>13</b>
2.3.1.1 Beneficios del té de compost.....	<b>15</b>
<b>2.3.2 Té de Vermicompost</b> .....	<b>15</b>
<b>2.3.3 Lixiviados de Vermicompost</b> .....	<b>17</b>
2.3.3.1 Definición.....	<b>17</b>
2.3.3.2 Antecedentes.....	<b>18</b>
2.3.3.3 Características.....	<b>18</b>
<b>2.3.4 La Solución Nutritiva</b> .....	<b>19</b>
<b>2.4 Sistemas de producción de plántulas</b> .....	<b>21</b>
2.4.1 Producción de plántula en charolas.....	<b>21</b>
<b>2.5 Factores que influyen en la producción de plántulas</b> .....	<b>23</b>
2.5.1 Temperatura.....	<b>23</b>
2.5.2 Humedad.....	<b>24</b>
2.5.2.1 humedad del sustrato.....	<b>25</b>
2.5.3 Luminosidad.....	<b>25</b>
2.5.4 El sustrato.....	<b>26</b>
2.5.4.1 Características físicas de los sustratos.....	<b>27</b>
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b>	
3.1 Localización del sitio experimental.....	<b>29</b>
3.1.1 Condiciones en el invernadero.....	<b>29</b>
3.2 Material vegetativo, contenedores y sustrato.....	<b>29</b>
3.3 Siembra, manejo en la germinación y emergencia.....	<b>31</b>
3.4 Solución nutritiva.....	<b>31</b>
3.5 Diseño, unidad experimental y tratamientos.....	<b>33</b>
3.5.1 Manejo del experimento.....	<b>33</b>
3.5.2 Análisis estadístico.....	<b>33</b>
3.6 Variables evaluadas.....	<b>34</b>

<b>IV.RESULTADOS Y DISCUSION</b>	
4.1 Numero de hojas.....	35
4.2 Altura de la planta.....	36
4.3 Diámetro de tallo.....	37
4.4 volumen de raíz.....	39
4.5 Medición Indirecta de Clorofila.....	40
4.6 Peso seco de raíz.....	42
4.7 Peso seco del vástago.....	43
4.8 Relación vástago –raíz.....	44
4.9 Área Foliar.....	45
<b>V.CONCLUSIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>48</b>



## INDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 1. Parámetros físicos y químicos de la turba (peat moss).....	28
Cuadro 2. Resultados de análisis de té de compost, té de vermicompost, y lixiviados de vermicompost.....	32

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Numero de hojas de plántulas de tomate, por efecto de diferentes tratamientos.....	35
Figura 2. Altura de plántulas de tomate, por efecto de diferentes tratamientos.....	37
Figura 3. Diámetro del tallo de plántulas de tomate, por efecto de los diferentes tratamientos.....	38
Figura 4. Volumen de raíz de plántulas de tomate, por efecto de los diferentes tratamientos.....	39
Figura 5. Valores SPAD en hojas a plántulas de tomate por efecto de diferentes tratamientos.....	41
Figura 6. Peso seco de raíz de plántulas de tomate, por efecto de diferentes tratamientos.....	42
Figura 7. Peso seco del vástago de plántulas de tomate por efecto de diferentes tratamientos.....	43
Figura 8. Relación vástago raíz en plántulas de tomate por efecto de diferentes tratamientos.....	44
Figura 9. Área foliar en plántulas de tomate, por efecto de diferentes tratamientos.....	46

## RESUMEN

Se evaluó la aplicación de soluciones nutritivas orgánicas en plántulas de tomate las soluciones orgánicas que se utilizaron fueron te de vermicompost, te de composta, lixiviados de vermicompost, solución nutritiva Steiner , y sustrato comercial irrigado con agua natural. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron número de hojas, altura de la plántula, diámetro de tallo, volumen de raíz, medición Indirecta de clorofila, peso de la raíz, peso seco del vástago, relación vástago raíz. Los análisis realizados mostraron diferencias significativas entre las diferentes soluciones nutritivas para todas las variables. El tratamiento con la solución nutritiva Steiner fue el que obtuvo los mayores valores para todas las variables, seguido por el tratamiento en donde las plántulas se desarrollaron únicamente con el sustrato.

Las soluciones nutritivas orgánicas no son competitivas con la solución Steiner en la producción de plántulas de tomate.

**PALABRAS CLAVE:** Plántulas, Tomate, Compost, Vermicompost y Lixiviados.

## I.INTRODUCCION

La producción de almácigos de alta calidad es uno de los principales intereses de los productores de hortalizas, ya que plántulas con raíces bien desarrolladas pueden adaptarse más rápido a condiciones de estrés, causadas por el trasplante al campo. Los indicadores del vigor de las plántulas de tomate son: diámetro en el tallo y número de hojas, que van entre seis y siete hojas; dichos factores aseguran el éxito en el trasplante en campo (Markovié *et al.*, 1997).

Con la hidratación de la semilla se inicia la movilización de las reservas, como el almidón que es desdoblado por acción de la amilasa hasta monosacáridos, los cuales se utilizan para la división celular en el embrión y el desarrollo posterior de la plántula (Miller, 1994). Una vez que emerge la plántula y se forman las hojas verdaderas, las reservas localizadas en la semilla disminuyen; en estas condiciones, la planta requiere de la adición de nutrimentos por vía radical o foliar.

El empleo de la nutrición mineral en etapas fenológicas tempranas puede ser una estrategia para facilitar el crecimiento de las raíces, minimizar el estrés en las plántulas al ser trasplantadas e incrementar la supervivencia de éstas (Leskovar y Stoffella, 1995).

En materia de salud de hoy sociedad consciente, existe una creciente demanda de orgánicos los productos agrícolas. Por lo tanto, los productores cada vez más

prefieren cultivar tomates "orgánica" para una variedad de razones. Una de las ventajas de los cultivos orgánicos es que a menudo dan una prima del 10-30% en el mercado (Cavagnaro et al. 2006). Otras ventajas son la posibilidad de de reducción de costos de producción, seguridad de la granja mejorada, reducción de impacto ambiental y el desarrollo agro-ecosistemas (Tu et al. 2006).

## 1.1 Objetivos

Evaluar el efecto de las diferentes soluciones nutritivas orgánicas sobre el desarrollo y calidad de plántulas de tomate.

## 1.2 Hipótesis

El desarrollo y calidad de las plántulas es afectado por las diferentes soluciones nutritivas utilizadas

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1 Importancia del cultivo del tomate en México**

El tomate ( *Lycopersicum esculentum* Mill ) ocupa el tercer lugar en el comercio mundial de hortalizas, luego de las fabáceas su origen se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile. En otros países europeos, este producto era utilizado únicamente para fines farmacéuticos, es el caso de Alemania hasta el comienzo del siglo XIX (Nuez, 2001).

Los europeos difundieron el tomate a Oriente medio y África, y de allí a otros países Asiáticos. De igual manera a Estados Unidos y Canadá. Este cultivo ha adquirido importancia económica en todo el mundo por generar más empleos y divisas, y cuenta con la mejor tecnología de producción tanto en campo como en invernadero; razón por la cual esta especie es considerada como uno de los cultivos más redituables y de mayor explotación en nuestro país (Esquinas, 2001).

El tomate fresco se puede encontrar actualmente en los grandes mercados consumidores durante todas las épocas del año: sin embargo su condición de cultivo de verano hace que presenten oscilaciones de calidad ya que el tomate fuera de temporada debe ser producido bajo condiciones de abrigo o invernadero (Rodríguez, 2001).

La agricultura orgánica ha llamado la atención no solo de pequeños productores, sino también de medianos y grandes quienes también buscan opciones que les permitan tener mejores ingresos (Gómez *et al.*, 1999).

En la actualidad, la producción de tomate orgánico en México se lleva a cabo en Baja California Sur (Navajas, 2002), pero si bien la cosecha es orgánica certificada, los rendimientos son bajos, debido a lo anterior, es conveniente producir en invernadero, con rendimientos mucho más elevados, utilizando obviamente insumos orgánicos para el control de plagas y enfermedades para garantizar la obtención de un producto orgánico y prácticamente inocuo, (Diver *et al.*, 1999) mencionan que la producción de tomate orgánico a campo es de 32.12 ton ha<sup>-1</sup>.



## 2.2. Nutrición de plántulas de tomate

La producción de plántulas en invernadero de los diversos cultivos requiere del uso de soluciones nutritivas, sustratos y otros insumos que representan anualmente una inversión considerable. Los sustratos proporcionan las condiciones adecuadas de germinación y soporte mecánico a las plántulas; además, dependiendo de su origen y composición pueden suministrar nutrimentos, aunque no en las cantidades suficientes para satisfacer la demanda en la forma y magnitud que las plántulas lo requieren (Magdaleno *et al.*, 2006). Los requerimientos de las plántulas se incrementan con la aparición de las primeras hojas verdaderas (Ericsson, 1995). A fin de completar dicha demanda y obtener plántulas vigorosas y aptas para el trasplante, es indispensable la aplicación continua de nutrientes por medio de una solución nutritiva (Preciado *et al.* 2002). Las soluciones nutritivas se elaboran con fertilizantes de alta solubilidad, que generalmente son importados, lo que incrementa los costos de producción de siembra a cosecha (Muñoz 2004). Una alternativa para satisfacer la demanda nutrimental de los cultivos, disminuir los costos y la dependencia de los fertilizantes inorgánicos es la utilización de algunos materiales orgánicos líquidos como extracto líquido de estiércol lixiviado , té de composta compost. (Jarecki & Voroney , 2005; Capulín *et al.*, 2005; Ochoa *et al.*, 2009).

El manejo de la nutrición de plántulas determina su calidad (Preciado *et al.*, 2002). De acuerdo con reportes en las primeras etapas de la ontogenia de la planta de tomate, en la imbibición, no se requiere el suministro de nutrimentos, solo de agua, en las etapas de germinación y emergencia, la demanda de nutrimentos es satisfecha con las reservas de la semilla (Salisbury y Ross, 2000), En la emergencia, la radícula empieza a ser funcional en la absorción de agua y nutrimentos, lo cual tiene sincronía con la demanda de estos por los nuevos tejidos que sintetizan. Debido a la poca cantidad de nutrimentos que son demandados hasta ese momento, la mayoría de los sustratos pueden abastecerlos. Cuando se generan las hojas verdaderas, se incrementa la demanda de nutrimentos, especialmente los macronutrimentos (Ericsson, 1995)

Conforme las plantas se desarrollan fisiológicamente, la demanda de nutrimentos también aumenta, el incremento de la concentración de nutrimentos en la solución nutritiva de forma gradual a las plántulas de tomate, tiene mejores respuestas y es más efectiva que cuando la solución nutritiva se irriga de una sola concentración en todo el proceso (Armenta y Baca, 1996; Lara *et al.*, 1999).

### **2.2.1 Efectos de los nutrimentos en la producción de plántulas**

La plántula es la primera fase y la más sensible en el proceso de producción de especies hortícolas y su crecimiento y el estado nutricional de la misma están directamente relacionados con precocidad, rendimiento, tamaño y número de frutos (Klapwijk, 1986) Con la nutrición pueden modificarse las características morfológicas y el crecimiento de las plántulas.

El funcionamiento normal del organismo vegetal ocurre con una determinada relación de cationes y aniones en la solución nutritiva; el crecimiento de los órganos aéreos de las plantas y el desarrollo del sistema radical de las plántulas dependen del equilibrio fisiológico de la solución nutritiva (Yágodin, 1986)

Se ha comprobado que el uso de compost puede satisfacer los requerimientos nutrimentales del cultivo de tomate en invernadero durante los primeros dos meses después del trasplante (Raviv *et al.*, 2004). No obstante, después de este tiempo, el cultivo manifiesta deficiencias nutrimentales, principalmente de nitrógeno (Márquez y Cano, 2004); lo anterior puede deberse a la baja tasa de mineralización del nitrógeno en el compost (Eghball, 2000).

### **2.2.2 La nutrición de plántulas y el momento del trasplante**

Uno de los aspectos de mayor importancia en la producción de plántulas de tomates es la nutrición que deben recibir éstas durante su ciclo de cultivo. La mayoría de las plántulas demandan cantidades importantes de nutrimentos en periodos relativamente cortos, lo cual puede deberse a sus altas tasas de crecimiento (Herrera, 2008).

El empleo de la nutrición mineral en etapas fenológicas tempranas puede ser una estrategia para facilitar el crecimiento de las raíces, minimizar el estrés en las plántulas al ser trasplantadas e incrementar la supervivencia de éstas (Leskovar y Stoffella, 1995). Existen numerosos estudios en los que la condición nutricional en pretrasplante produce efectos significativos benéficos en las características

morfológicas y fisiológicas de las plántulas ( Nicola y Basoccu, 1994); en algunos se menciona que la nutrición mineral adecuada en esta etapa garantiza un rendimiento aceptable de los cultivos, al incrementar la proporción de frutos comercializables y/o la precocidad de la cosecha, pero lo que siempre se logra es un crecimiento uniforme de la plántula, mayor tasa de crecimiento en el semillero, mayor calidad de las plántulas y menor porcentaje de mortalidad después del trasplante (Dufault,1998).

El tiempo requerido para que se lleve a cabo, el proceso de producción de plántulas es muy variable; además de la nutrición y la temperatura también influyen otros factores, como las propiedades físicas del sustrato, la profundidad a la que se coloca la semilla, las características genéticas del material biológico, las condiciones de humedad del ambiente y del sustrato, entre otros (Galindo *et al.*, 2002). Por esta razón se requieren entre 70 y 120 días para la producción de plántulas en almácigos. Por el contrario, tan solo 42 días en charolas de invernadero donde la nutrición y la temperatura juegan el papel primordial para que ocurra esta gran diferencia. (Preciado *et al.*, 2004).

### **2.2.3 Importancia de la nutrición de plántulas en el desarrollo del cultivo**

Existe poca información sobre nutrición de las plántulas y su efecto en el desarrollo y la producción en campo. Parte de la información existente está relacionada con la nutrición y su efecto en el crecimiento, solo hasta la etapa de plántula (Ericsson, 1995)

Las plántulas bien nutridas tienen mayor y más rápido crecimiento, esto les permite tener mayor capacidad para adaptarse y desarrollarse en el nuevo medio (suelo) después del trasplante. Las plántulas vigorosas con un sistema radical abundante, tienen mejores condiciones para adaptarse al trasplante sin síntomas aparentes de estrés y continuar su desarrollo normal en el campo (Harris *et al.* , 2001).

La razón principal por la cual la nutrición influye en el desarrollo de las plántulas, después del trasplante, es que al incrementar su sistema radical también se incrementa su capacidad para arraigarse al suelo (Leskovar y Cantliffe. 1991).

### 2.3 Soluciones orgánicas en la producción de plántulas

La producción de cultivos hortícolas en condiciones protegidas y el uso de sistemas hidropónicos han permitido incrementos en rendimientos y calidad de frutos, al propiciar un ambiente poco restrictivo facilitando el crecimiento y desarrollo de especies hortícolas (Preciado *et al.* 2004).

En estos sistemas de producción intensiva la fertilización se realiza por medio de una solución nutritiva que se elabora con fertilizantes de alta solubilidad, generalmente importados, lo que incrementa significativamente los costos de producción (Muñoz, 2004). En general, el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), recibe altas dosis de fertilizantes, especialmente nitrogenados (Armenta *et al.*, 2001), los cuales han probado afectar negativamente al medio ambiente (Gallardo *et al.*, 2009).

Estos problemas han impulsado la búsqueda de alternativas de fertilización sustentables que, además de suplir los requerimientos nutrimentales de los cultivos, no afecten significativamente el rendimiento y la calidad de los frutos (Nieto *et al.*, 2002). Una alternativa para satisfacer la demanda nutricional de los cultivos, además de disminuir los costos y la dependencia de los fertilizantes sintéticos, es la utilización de algunos materiales orgánicos líquidos como extracto líquido de estiércol (Capulín *et al.*, 2005; 2007), lixiviado de compost o vermicompost (Jarecki y Voroney, 2005; García *et al.*, 2008), té de compost (Hargreaves *et al.*, 2008; 2009; Ochoa *et al.*, 2009) y té de vermicompost (Pant *et al.*, 2009). Estas soluciones pueden ser aplicadas en sistemas de riego presurizado, lo cual las hace utilizables en sistemas de producción a gran escala,

además de que se promueve el reciclaje de residuos orgánicos (Rippy *et al.*, 2004).

El estiércol producido en las regiones ganaderas es una fuente potencial de contaminación ambiental, debido al manejo inadecuado y la aplicación excesiva en suelos agrícolas (Capulín *et al.*, 2001). Solamente de bovino lechero se estima una producción en México de 3.8 millones de toneladas de estiércol por año. Por otro lado, el abastecimiento de nitrógeno en cultivos orgánicos puede verse limitado por el costo de productos comerciales y por la lenta mineralización del nitrógeno en residuos orgánicos (Márquez *et al.*, 2006b).

Una opción para disminuir este problema es reutilizar el estiércol para la elaboración de té composta o té de vermicompost a (Lamas *et al.*, 2003). Estos materiales representan una alternativa ecológica para satisfacer la demanda nutrimental de los cultivos y sustituir el uso de fertilizantes inorgánicos, en especial en cultivos orgánicos (Rippy *et al.*, 2004).

En estos sistemas de producción, el estrés nutrimental del cultivo puede evitarse adicionando otras fuentes nutrimentales. El té de compost, solución resultante de la fermentación aeróbica de composta en agua, puede utilizarse como fertilizante, debido a que contiene nutrimentos solubles y microorganismos benéficos ( Ingham, 2005). Esta solución puede ser aplicada a través de sistemas de riego presurizado, por lo que su uso puede adaptarse en sistemas de

producción orgánica de cultivos bajo condiciones de invernadero (Rippy *et al.*, 2004).

Scheuerell y Mahaffee, (2004) utilizaron un fertilizante orgánico a base de té de compost proveniente de gallinaza, para producir tomate en invernadero, con lo que obtuvieron rendimientos de  $4 \text{ kg-planta}^{-1}$  más, comparado con la fertilización convencional, aunque las diferencias no fueron significativas.

De manera similar se han utilizado extractos de estiércol como fuente de nutrimentos en pasto ballico (*Lolium perenne*; Capulín *et al.*, 2001) y Té de vermicompost en tomate (Rodríguez *et al.*, 2007).

### **2.3.1 Té de compost**

La comarca Lagunera se producen anualmente alrededor de 650,000 ton de estiércol de bovino, en base seca (Marquez *et al.*, 2006); una alternativa viable para utilizar este recurso es la elaboración de composta o vermicompost (Figuroa, 2007). Las compostas son la principal fuente de nutrimentos en la agricultura orgánica.

Es un extracto líquido del estiércol que contiene nutrimentos de planta, compuestos del crecimiento vegetal y microorganismos benéficos. Los extractos líquidos se han utilizado por centenares de años en la agricultura, promoviendo la salud de la planta y suelo (Grubinger, 2005).

Estos extractos se han derivado históricamente de una amplia gama de materiales de planta y abonos minerales utilizando gran variedad de métodos en el proceso. El té aireado de compost es un concepto reciente que incorpora la tecnología de aireación para mejorar la extracción y acelerar el proceso generando



niveles óptimos del oxígeno para el crecimiento y la reproducción de microorganismos aeróbicos benéficos (Salter, 2006).

El té de compost preparado con una fuente de alimento microbial con estiércol melaza, algas marinas, ácidos húmicos-fúlvicos en un proceso aeróbico con una bomba de aire de peceras, en el extracto se desarrollan poblaciones de microorganismos benéficos por un periodo de 24 a 36 horas. Después de ese periodo se reduce el contenido de N por volatilización. Las fuentes de alimento microbial pueden ser: melaza, polvo de algas y pescado, y como catalizador microbial los ácidos húmicos-fúlvicos, extracto de yuca y polvos de roca (Diver, 2002).

El té se hace a partir del estiércol filtrado, agregando agua y oxígeno, llegando a contener millones de microorganismos benéficos que matan criaturas microscópicas dañinas. El té de compost de estiércol es una forma barata de conseguir la combinación de microorganismos, nutrimentos solubles y metabolitos microbianos (subproductos) en un solo paquete (Scheuerell y Mahaffee, 2004).

El té de compost mejora la vida de los suelos y la superficie foliar de la planta, inocula la superficie de las hojas y favorece la presencia de microorganismos benéficos, en lugar de los plaguicidas químicos como insecticidas, fumigantes, herbicidas y el exceso de fertilizantes sintéticos que matan a diversos microorganismos benéficos que ayudan al crecimiento de las plantas, (Cascada 2001; Al-Dahmani *et al.* 2003).

### **2.3.1.1 Beneficios del té de composta**

De acuerdo con (Cascadia, 2001); los beneficios que puede aportar el té de compost se caracteriza por:

- Reducir la incidencia de enfermedades foliares
- Mejora el vigor y la salud de las plantas
- Reduce los impactos negativos de pesticidas, herbicidas y fertilizantes
- Reduce la pérdida de agua
- Mejora la estructura del suelo.

### **2.3.2 Té de Vermicompost**

El uso de té de vermicompost en la producción orgánica de plántulas en el invernadero puede reducir costos, aumentar vigor en las plántulas, y reducir los efectos negativos sobre el medio ambiente (Atiyeh *et al.* 2000)

El té de vermicompost se puede utilizar como un líquido fertilizantes, ya que contiene grandes cantidades de nutrientes, aparte de su gran contenido de nutrientes, podría contribuir al crecimiento de las plántulas ya que contiene ácidos húmicos (Warburton y Pillai McGarry, 2002). Los ácidos húmicos regulan los procesos implicados en el desarrollo de plantas, tales como macro y micro nutrientes de absorción (Atiyeh *et al.* 2002).

Se ha prestado mucha atención en los últimos años para gestionar los diferentes recursos en residuos orgánicos de bajos insumos, así como eco-friendly base (Suthar, 2007). Humus de lombriz utilizando lombrices de tierra, es un

proceso biotecnológico que transforman la energía y las sustancias orgánicas complejas en humus estabilizado producto similar (Benítez *et al.*, 2000), a través de las interacciones entre las lombrices y microorganismos (Arancon *et al.*, 2005). Se ha informado de que el té de vermicompost contiene ciertas concentraciones de nutrientes de las plantas por lo que es útil como un medio líquido fertilizante, si se utiliza con cuidado. Se comprobó mediante un bioensayo de semillas de berro que inhibe la germinación de semillas y el crecimiento hasta cierto punto. Por lo tanto, si se utiliza como fertilizante para las plántulas sensibles, este necesita ser diluido para asegurar un mínimo de daños a las plantas (Frederickson, 2002). Sin embargo, esta dilución también disminuye la concentración de NPK necesarios para la nutrición de las plantas. (Arancon *et al.* 2005) sugiere que la principal contribución del té vermicompost podría haber sido la adición de reguladores de crecimiento, tales como ácidos húmicos y reguladores del crecimiento vegetal adsorbidos en el ácido húmico. Los ácidos húmicos son moléculas que regulan muchos procesos de desarrollo de la plántula incluyen macro y micro nutrientes (Atiyeh *et al.*, 2002).

### **2.3.3 Lixiviados de Vermicompost**

#### **2.3.3.1 Definición**

En los procesos de vermicompost se obtienen lixiviados como resultado de la constante aplicación de agua para mantener la humedad del sustrato orgánico dentro del rango óptimo, estos lixiviados percolan de las literas, siendo recogidos en contenedores (Atiyeh *et al.*, 2002). La composición de los lixiviados depende principalmente de las características químicas de los sustratos utilizados en el vermicompost, el uso de sustratos ricos en materia orgánica y elementos minerales para la producción de vermicompost asegura el contenido de estas sustancias en las soluciones lixiviadas, por lo que éstas pueden utilizarse con fines agrícolas. Según (Tejada *et al.* 2008).

Sin embargo, se deben tomar precauciones a la hora de utilizar estos lixiviados, ya que pueden contener sustancias tóxicas, especialmente si se utilizan residuos orgánicos procedentes del sector urbano o industrial (Nogales *et al.*, 2008).

Los lixiviados pueden definirse como la producción de líquidos percolados, que se deben principalmente al paso del agua a través de los estratos de residuos sólidos que se hallan en plena fase de descomposición, arrastrando a su paso componentes disueltos, en suspensión, fijos o volátiles ( Centeno, 1996).

En relación a los lixiviados emanados de compost, se define un lixiviado como el líquido que se desprende de la pila de la composta expuesta al agua,

cuando la capacidad de retención de humedad de la pila es excedida. (Granatstein , 2002).

### **2.3.3.2 Antecedentes**

Los lixiviados de compostas han sido poco estudiados sobre todo en cuanto a su composición y utilidad. A pesar de esto, algunos autores recomiendan que para mantener la consideración de que los compost son una actividad ambientalmente benéfica, es necesaria la pavimentación de la base de la composta para poder canalizar, controlar, o tratar los lixiviados y de esta forma evitar el impacto ecológico. (Colom, 2001).

Lixiviados de las operaciones de vermicompost es a menudo considerado como beneficioso en el sentido de que cuando se recoge se puede usar un fertilizante líquido, a menudo llamado té de gusano (Warburton y Pillai McGarry, 2002).

De esta forma, los lixiviados de composta pueden ser considerados como un abono líquido, ya que presentan mucha similitud con otros abonos orgánicos, como el té de compost, la consuelda líquida, el estiércol líquido entre otros, los cuales bajo las diluciones óptimas se reportan benéficos resultados (Finck ,1998).

### **2.3.3.3 Características**

Las características de los lixiviados dependen principalmente de los residuos que provienen. Es por ello que resulta muy complejo establecer una composición específica de los lixiviados. A pesar de esto la composición puede ser medida por

parámetros físicos, químicos inorgánicos, químicos orgánicos y toxicidad (Crawford , 1985).

Los abonos líquidos como podría ser los lixiviados de composta, presentan por lo general un desagradable olor y un color café oscuro esto puede ser generado por el material orgánico formado por ácidos húmicos y fulvicos contenidos en ellos (García, 2001).

Los lixiviados de compost a diferencia del té de compost pueden contener sustancias y microorganismos perjudiciales para las plantas y el hombre, dependiendo principalmente en la fase de composteo en la que se hayan recolectado, por el motivo es recomendable un tratamiento previo a su uso (De la Riva, 2002).

#### **2.3.4 Solución Nutritiva**

Una solución nutritiva (SN) consta de agua con oxígeno y todos los nutrientes esenciales en forma iónica y, eventualmente, de algunos compuestos orgánicos tales como quelatos de fierro y de algún otro micronutriente que puede estar presente (Steiner, 1968). Una SN verdadera es aquella que contiene las especies químicas indicadas en la solución, por lo que deben de coincidir con las que se determinen mediante el análisis químico correspondiente (Steiner, 1961). La SN está regida por las leyes de la química inorgánica, ya que tiene reacciones que conducen a la formación de complejos y a la precipitación de los iones en ella, lo cual evita que éstos estén disponibles para las raíces de

las plantas (De Rijck y Schrevens, 1998). La pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrimentos, puede ocasionar su deficiencia en la planta, además de un desbalance en la relación mutua entre los iones. Es esencial que la solución nutritiva tenga la proporción adecuada, necesaria para que las plantas absorban los nutrimentos; en caso contrario, se producirá un desequilibrio entre los nutrimentos, lo que dará lugar a excesos o déficit en el medio de cultivo y afectará la producción (Rincón, 1997). La selección de elementos nutritivos de una SN “universal” al momento de la absorción por la planta, se puede explicar desde un punto de vista fisiológico, al no variar el equilibrio iónico de la SN durante el ciclo de cultivo; sin embargo, en una producción comercial, la nutrición de los cultivos debe tomar en cuenta aspectos técnicos y económicos. Desde un punto de vista técnico, para que las plantas puedan obtener los máximos rendimientos, la SN debe cubrir sus requerimientos nutrimentales, de tal manera que se eviten deficiencias o el consumo en exceso. La planta no absorbe nutrimentos en la misma cantidad durante el ciclo, ya que lo hace según la etapa fenológica y las condiciones climáticas, por lo que el equilibrio iónico de la SN se adapta al ritmo de absorción de la planta (Adams, 1994).

Los parámetros que caracterizan la SN son: el pH, la presión osmótica y las relaciones mutuas entre los aniones y los cationes (Adams, 1994; Rincón, 1997).

## **2.4 Sistema de producción de plántulas**

### **2.4.1 Producción de plántula en charolas**

La tecnología de producción en charolas, consiste en utilizar sustratos o medios de crecimiento que favorezcan los procesos de germinación, emergencia y desarrollo de las plántulas. Las charolas se ubican dentro de un invernadero donde se les proporciona las condiciones ambientales óptimas. Lo anterior justifica debido a que la germinación de la semilla exige al sustrato, le proporcione las condiciones físicas y químicas adecuadas (Sánchez, 2000).

El porcentaje de germinación es de gran importancia, ya que de este aspecto depende el mejor aprovechamiento del espacio (invernadero) al reducir las mermas y debido al alto costo que tiene la semilla, principalmente cuando se utiliza semilla mejorada. La uniformidad de la germinación también influye en la uniformidad de las plantas al momento del trasplante. Por lo tanto es importante que las condiciones en que germine la semilla (sustrato) sean las apropiadas, con el fin que se obtengan plántulas con crecimiento uniforme que favorezcan un más rápido crecimiento después del trasplante (Cantliffe, 1998).

La razón por la que la mayoría de los productores aun no adopta esta tecnología, es el alto costo de invernadero (con ambiente controlado y sistema de riego automatizado o semi-automatizado), las charolas y el sustrato. A pesar de esas limitantes, en los últimos años, un importante número de productores compra la plántula propagada por este medio, o maquila la infraestructura para propagar su plántula.



Markovic (1986).Las principales ventajas de propagar plántulas en charola

son:

- a) Mejor calidad de las plántulas
- b) El crecimiento es más rápido
- c) Ciclo más corto, debido al adelanto en la producción
- d) Mayor arraigue de plántulas en el campo
- e) Permite la posibilidad para mecanizar el trasplante, lo cual

ahorra jornales, mejora la calidad del trasplante y se realiza esta actividad

en menor tiempo con menor riesgo de lastimar las plántulas.

## **2.5 Factores que influyen en la producción de plántulas**

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto ( Castilla, 1999).

### **2.5.1 Temperatura**

La temperatura influye de manera decisiva en la germinación y en todo el proceso de desarrollo de la plántula. Las temperaturas altas, también pueden influir en el desarrollo de la raíz. Gladis y Rost (1993), encontraron que al someter a las plántulas de chícharo a 32 °C, se redujo la producción de raíces fundamentalmente a las raíces laterales; lo cual ocasiono reducción en la longitud del sistema radical de las plántulas; esto se debe a la dominancia de la actividad meristemática en la raíz principal.

Esto a la vez se ve relacionado con la producción de hormonas, debido a que cuando las plántulas se desarrollaron en presencia de ácido-indol-acético éstas no tienen diferencias en las raíces laterales por efecto de la temperatura (Hinchee y Rost, 1992).

La temperatura también influye en la actividad de las enzimas involucradas en procesos bioquímicos fisiológicos metabólicos en la plántula (Cornillon , 1988) reportó que una temperatura favorable para la actividad de la enzima nitrato

reductasa (25 °C) incrementó el crecimiento de las plántulas de tomate, respecto a una temperatura de la solución nutritiva desfavorable (12 °C).

La temperatura afecta la actividad metabólica celular, la absorción de agua y nutrientes, el intercambio gaseoso y gasto de carbohidratos y reguladores de crecimiento, entre otros (Tognoni, 2000).

La temperatura óptima oscila entre los 20 y 25 °C a temperaturas excesivas , más de 35 °C las plantas detienen su crecimiento y su floración mientras que a temperaturas inferiores entre 10 y 15 °C se originan problemas del desarrollo y germinación, a temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C la fecundación es defectuosa o nula (Cenid-raspa, 2008).

### **2.5.2 Humedad**

La humedad relativa óptima para las plántulas oscila entre el 60 y 80 % cuando la humedad relativa esta en exceso hay un menor desarrollo vegetativo porque disminuye la transpiración, hay aborto de flores, y cuando es deficiente la húmeda existe una deshidratación de los tejidos, hay menor desarrollo vegetativo por cierre de estomas deficiente (Berenguer, 2003).

### **2.5.2.1 Humedad del sustrato**

La humedad del sustrato es determinante para aportar agua a la semilla y a las raíces de la plántula, en equilibrio con el suministro de oxígeno. La humedad en el medio es necesaria para que se lleve a cabo primeramente la imbibición, etapa necesaria para que se inicie todo el proceso bioquímico. Posteriormente, los tejidos de la radícula y luego las raíces, requieren un adecuado suministro de agua para hidratar a los tejidos jóvenes que están formando las plántulas. De no suministrar el agua en la cantidad y el momento oportuno, se pueden generar un estrés que provoca un desarrollo de la plántula: lo cual, al final del proceso se traducirá en menor producción, mala calidad y mayor tiempo de ciclo (Parera, 1994).

Es importante no exceder el nivel de humedad del sustrato, para evitar deficiencias de oxígeno y la proliferación de enfermedades que prosperan en esas condiciones de humedad. La humedad relativa óptima debe oscilar entre 50 y 70%, humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la germinación de las semillas (Cantliffe, 1998).

### **2.5.3 Luminosidad**

A mayor luminosidad en el interior del invernadero se debe de aumentar la temperatura, la humedad relativa para que la fotosíntesis sea máxima, por el contrario si se presenta poca intensidad lumínica pueden descender las necesidades

de otros factores. Las plántulas requieren de moderada o alta insolación. Los días nublados favorecen la presencia de enfermedades (Inifap., 2000).

(Masson *et al.*, 1991) Reporta que con un suministro extra de luz a la aportada en forma natural para sumar en total 16 horas de fotoperíodo, se incrementó el crecimiento de las plántulas de lechuga y brócoli, este crecimiento fue aún más acentuado cuando se incrementó el suministro de N (Basocu y Nicola (1995), evaluaron el suministro de 4 y 8 h adicionales de luz artificial a las plántulas de tomate, encontraron que la adición de 4 h coincidieron con los resultados de( Masson *et al.* ,1991), para lechuga y brócoli, pero con 8 h algunas de las variables para evaluar el crecimiento de las plántulas no fueron favorecidas.

#### **2.5.4 Sustrato**

El termino sustrato se aplica en la horticultura a todo material sólido diferente del suelo. El material que lo integra puede ser natural o de síntesis, residual, mineral u orgánico, en forma pura o mezclado, que se coloca en un contenedor, el cual permite el anclaje del sistema radical, y pueda intervenir (materiales activos químicamente) o no (inerte) en los procesos complejos de la nutrición mineral de las plantas (Díaz, 2004; Lao y Jiménez, 2004). Los sustratos son el medio para el cultivo de todo tipo de plantas, comúnmente usado en contenedores, entendiéndose por contenedor a cualquier recipiente que tenga una altura limitada y que su base se encuentra a presión atmosférica (Burés, 1998; Schmilewski, 2008).

El sustrato tiene cuatro funciones importantes: 1) proveer el agua suficiente a la planta, 2) suministrar los nutrimentos necesarios para el buen desarrollo y crecimiento de la planta, 3) permitir el buen intercambio gaseoso entre la atmosfera y el sustrato, y 4) servir como soporte físico a la planta (Rodríguez, 2004).

#### **2.5.4.1 Características físicas de los sustratos**

Las propiedades físicas como el espacio poroso efectivo, la densidad aparente y la distribución de tamaño de partículas describen al sustrato “*per se*”. Las propiedades hidráulicas, consecuencia de los parámetros físicos, influyen en la dinámica del agua en el sistema, y se ponen de manifiesto a través de las curvas de retención de agua y valores de la conductividad hidráulica. Las propiedades físicas del sustrato utilizado resultan de enorme importancia para el correcto desarrollo de la planta, situación difícil de ser corregida una vez comenzado la producción de los cultivos (Martínez *et al.*, 2006).

Los sustratos que sean usados para la producción de plántulas deben permitir buena disponibilidad y retención de agua, promover un eficiente intercambio de gases y servir como soporte físico para la plántula (De Grazia *et al.*, 2007).

Las características físicas vienen determinadas por la estructura interna de las partículas, su granulometría y tipo de empaquetamiento, siendo las más destacadas: densidad aparente, la distribución granulométrica, la porosidad la

aireación, la retención de humedad, la permeabilidad y distribución de tamaños de poros (Pastor 1999; Pire y Pereida 2003).

(Michel, 2008) considera que solo algunos parámetros físicos son suficientes para caracterizar un gran número de sustratos utilizados como medio de crecimiento hortícola; los parámetros que considero fueron: la densidad aparente, el espacio poroso total, la resistencia al enraizamiento, la retención de humedad, la humectabilidad, la conductividad hidráulica y la difusibilidad.

### **III.MATERIALES Y METODOS**

La investigación se desarrolló en la etapa de plántula desde la germinación hasta el crecimiento de la misma.

#### **3.1 Localización del sitio experimental**

La investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN UL) en el área de invernaderos del departamento de Horticultura, que se encuentra ubicada una latitud de 25° 33'26.7"N y una longitud 103°22'30.9"W en el predio de San Antonio de los Bravos, en la ciudad de Torreón, Coahuila.

##### **3.1.1 Condiciones del invernadero**

La investigación se realizó en un invernadero ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La temperatura se mantuvo entre 20 y 30 °C. La humedad relativa se mantuvo entre 60 y 80°C.

El periodo de plántula fue del 25 de Agosto al 3 de Septiembre del 2011.

#### **3.2 Material vegetativo, contenedores y sustrato.**

Se utilizó semilla de tomate variedad Rio grande spp de la empresa Porter Seed, la siembra se realizó el 25 de Agosto en contenedores de poliestireno, con 200 (10 x 20) cavidades cónicas invertidas. El volumen de cada celda fue de 25



mL, la altura de los contenedores fue de 7 cm y dimensiones de 36 cm de ancho por 62 cm de largo.

El sustrato utilizado fue una turba comercial, con 1.23 % de N total y 250 mg de  $\text{N-NO}_3\text{KG}^{-1}$ .

Cuadro 1. Parámetros físicos y químicos de la turba (peat moss).

Parámetro	Características físicas			
Da	0.26 $\text{Mg m}^{-3}$	0.11 $\text{Mg m}^{-3}$	0.86 $\text{Mg m}^{-3}$	
Porosidad	80%	93%		87%
C.A.	36.38 %			
C.R.H.	477 $\text{mL L}^{-1}$			56%
ADD		37.11%		
AR		13.46%		
M.S.		7.05%		
Da	0.26 $\text{Mg m}^{-3}$	0.11 $\text{Mg m}^{-3}$	0.86 $\text{Mg m}^{-3}$	
	Características químicas			
pH	4.88	5.1	5.1	
CE	3.19 $\text{dS m}^{-1}$	2.29 $\text{Ds m}^{-1}$	0.726 $\text{dSm}^{-1}$	
M.O.	76%	93.88%	95%	
Nt	1.5%			
P	250 ppm	4.30ppm		
K	350 ppm	131.77ppm		
R C/N	31			
Ca		22ppm		

### **3.3 Siembra y manejo en la germinación y emergencia**

La turba o peat moss se humedeció hasta capacidad de campo, y posteriormente se colocó en las cavidades de las charolas, la siembra se efectuó colocando de dos a tres semillas por cavidad a una profundidad aproximada de 1 cm, se cubrieron las charolas se cubrieron con plástico (para reducir la evaporación) y se colocaron en el interior del invernadero. En estas condiciones permanecieron hasta que se inició la emergencia, la cual ocurrió a los cuatro días después. Luego iniciada la emergencia, los contenedores fueron instalados en el interior del invernadero, cuando la emergencia se uniformó, se realizó el aclareo para dejar solo una plántula por celda, procurando dejar las plántulas más uniformes en cada unidad experimental. Esta actividad se llevó a cabo a las dos semanas después de la siembra.

### **3.4 Soluciones nutritivas**

Los tratamientos de fertilización consistieron en

- 1) Fertilización inorgánica con solución nutritiva (Steiner, 1984),
- 2) Té de compost
- 3) Té de vermicompost,
- 4) Lixiviado de vermicompost
- 5) Sustrato comercial, irrigado con agua natural.

Para la preparación de la solución nutritiva se utilizaron fertilizantes comerciales de alta solubilidad disponibles en el mercado regional.

Los téis de compost y vermicompost se elaboraron de acuerdo al método propuesto por (Ingham, 2005). Las soluciones resultantes, incluyendo el lixiviado, fueron ajustadas a una conductividad eléctrica (CE) de 2,0 dS/m<sup>-1</sup> mediante dilución con agua natural, a fin de evitar problemas de fitotoxicidad (Carballo *et al.*, 2009; Olivia-Llaven *et al.*, 2010) y el pH fue ajustado a 5,5 con ácido cítrico (Capulín *et al.*, 2007).

Cuadro 2. Resultados de análisis de té de compost, té de vermicompost, y lixiviados de vermicompost.

DENTIFICACION DELAMUESTRA	COMPOST	LIXIVIADO	VERMICOMPOST
PH	6.55	6.65	6.67
CE (dS/m)	4.50	2.60	3.22
Cationes solubles			
Ca (me/L)	10.25	7.58	7.08
Mg (me/L)	4.53	1.71	1.69
Na (me/L)	12.73	6.64	9.46
K (me/L)	23.37	9.52	16.31
∑ cationes	50.88	25.45	34.54
Aniones solubles			
Co <sub>3</sub> (me/L)	0.00	0.00	0.00
HCO <sub>3</sub>	13.39	10.51	13.37
CL	19.00	9.00	10.00
SO <sub>4</sub>	18.32	5.80	11.00
∑ Aniones	50.71	25.31	34.37
Sal predominantes	Cloruro de potasio	Bicarbonato de potasio	Bicarbonato de potasio
RAS	4.68	3.08	4.52
Boro (ppm)	2.490	3.16	3.24
NT (ppm)			
Nitrato (N-NO <sub>3</sub> )	14.32	5.94	6.95
Fosfatos (ppm)	22.85	2.75	17.35

### **3.5 Diseño, unidad experimental y tratamientos**

Se utilizó un diseño completamente al azar, con cinco repeticiones por tratamiento tubo 5 repeticiones de tal manera que se tuvieron 25 unidades experimentales.

#### **3.5.1 Manejo del experimento**

La aplicación de las soluciones nutritivas se efectuó de forma gradual como lo recomienda (Armenta, 1996; Lara *et al.* , 1997 ; Preciado *et al.*, 2002 ) y consistió en lo siguiente : (a) desde la siembra hasta la formación de la segunda hoja verdadera se rego con agua natural (b) a partir de la aparición de la segunda hoja verdadera las plántulas se regaron con las soluciones correspondientes a cada tratamiento aplicando 500 mL diarios (c) a partir de la segunda semana cuando las hojas presentaban cuatro a cinco hojas bien desarrolladas se rego 1 L de solución diaria fraccionándola en dos partes 500 mL por la mañana y 500 mL por la tarde.

#### **3.5.2 Análisis estadístico**

Con la finalidad de determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables evaluadas, a los resultados obtenidos se les efectuó un análisis de varianza y una prueba de separación de medias con la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ )

### 3.6 Variables evaluadas

Se efectuó un solo muestreo a los 35 días después de la fecha de siembra; en cada unidad experimental se tomó al azar cuatro plántulas, en la cual se evaluaron los siguientes parámetros: altura de las plántulas (AP) el cual se hizo a partir de la superficie del sustrato, hasta el punto de crecimiento de la plántula (cm) con una escala; número de hojas “verdaderas” (NH) considerando como tales las hojas bien desarrolladas; volumen de raíz (VR) el cual se hizo por el método de desplazamiento de agua con un probeta graduada ;área foliar Área foliar (AF) : se seccionaron las hojas para determinar el área foliar (cm<sup>2</sup>) con el aparato con el CI-202 Leaf Area Meter ; diámetro de tallo (DT) ;el cual se midió en la base tallo (cm) con un Vernier; peso seco del vástago y raíz (PSVR): se determinó después de haber permanecido estos órganos en bolsas de papel estraza y se colocaron hasta peso constante en una estufa a temperatura de 65-70 °C durante 72 horas; medición de clorofila (MDC) con él: SPAD 501 la medición se realizó en hojas jóvenes completamente desarrolladas correspondientes a 15 plantas por tratamiento, en cada planta se realizaron tres mediciones y con el mismo equipo se registró el promedio generado.

## IV RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Numero de hojas

El análisis de varianza por el número de hojas (NH) mostro diferencia significativa entre las soluciones nutritivas evaluadas (Figura 1). El mayor NH correspondió a las plántulas tratadas con la solución nutritiva Steiner, mientras que los menores valores de esta variable correspondieron a las plántulas irrigadas con las soluciones nutritivas orgánicas. En cambio las plántulas que se desarrollaron únicamente con el sustrato e irrigadas con agua natural superaron a las tratadas con solución nutritiva orgánica.

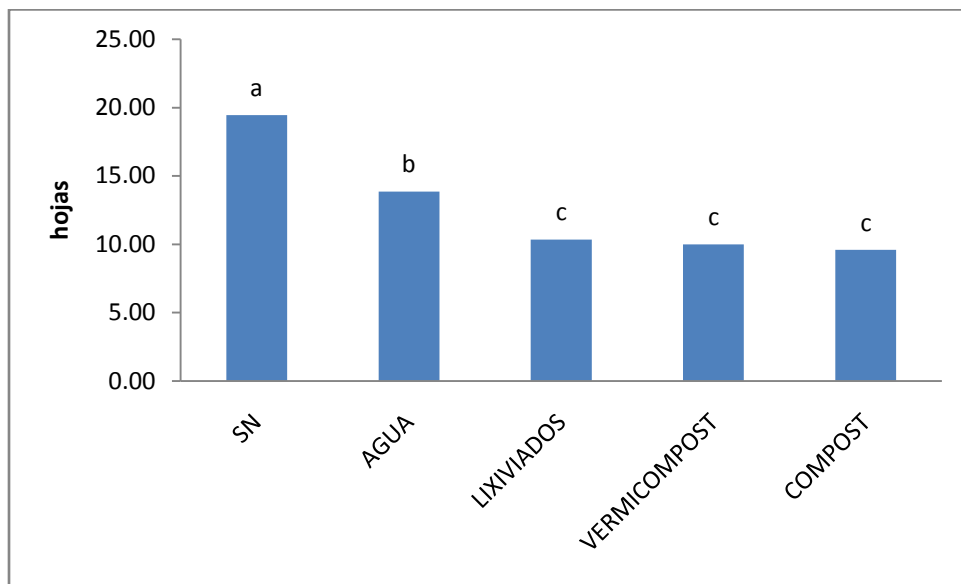


Figura 1. Numero de hojas de plántulas de tomate, por efecto de diferentes tratamientos.

Estos resultados tienen similitud con los obtenidos por (Herrera, .2006) donde la solución Steiner obtuvo mayor número de hojas (NH), por encima de las plántulas que se desarrollaron únicamente con el sustrato y agua natural.

(Preciado *et al.*, 2002) menciona que la importancia fisiológica del número de hojas está íntimamente relacionado con la fotosíntesis, ya que, con un mayor número de hojas y consiguiente área foliar, producen una mayor cantidad de esqueletos carbonados, los cuales son utilizados o almacenados en el tallo; por otra parte (Magdaleno *et al.*, 2006). Consideran que el (NH) no puede ser considerado un indicador confiable en la de plántulas, ya que depende en gran medida de la edad de la planta. Por su parte (Ersoba, 1980), menciona que el (NH) si es un indicador importante de la calidad de las plántulas, y en el caso de las plántulas de tomate estas deben tener de seis a siete hojas al momento del trasplante.

#### **4.2 Altura de la plántula**

Los resultados en el análisis de varianza obtenidos para la variable altura de plantas mostro diferencia significativas para las soluciones nutritivas evaluadas (Figura 2). Las plántulas que obtuvieron la mayor altura fueron aquellas que se irrigaron con la solución nutritiva Steiner, dando como producto plántulas con una altura de 19 cm, seguidas por las plántulas desarrolladas en el sustrato las cuales obtuvieron una altura de 11.8 cm, en cambio de las plántulas que fueron irrigadas con las soluciones orgánicas obtuvieron la menor altura .

La altura de la planta está altamente correlacionada con el número de hojas (Figura 1) y ambos generan un mayor contenido de biomasa. Lo anterior coincide con (Hernández., 2000), quien demostró que al utilizar tratamientos a

base de soluciones nutritivas inorgánicas genero mayor altura de plántulas por encima de las plántulas que se desarrollaron con el sustrato, reporto que la altura se incrementó hasta en un 48%)

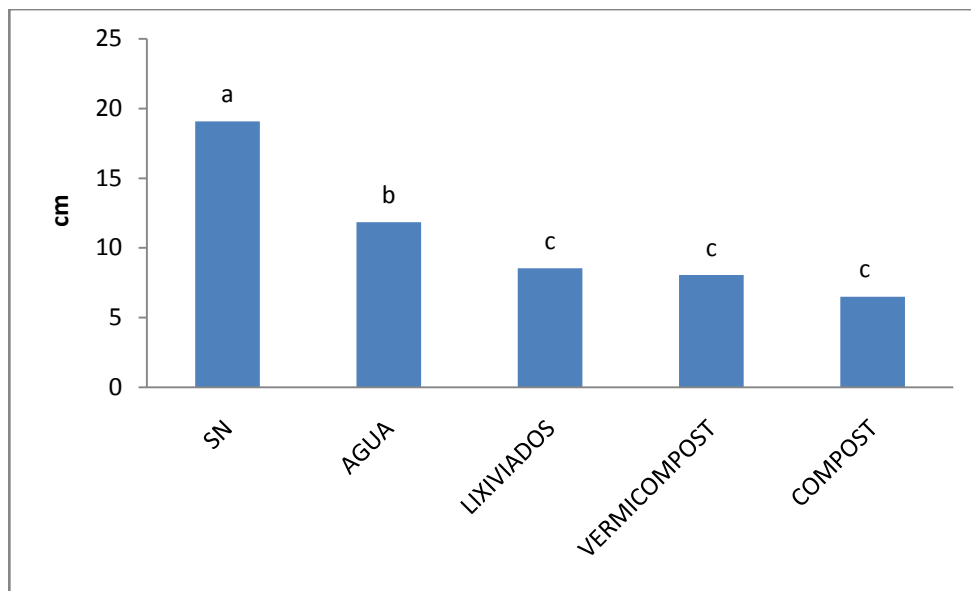


Figura 2. Altura de plántulas de tomate, por efecto de diferentes tratamientos.

#### 4.3 Diámetro de tallo

El análisis de varianza para el diámetro de tallo presenta diferencia significativa entre los diferentes tratamientos evaluados (Figura 3). Las plántulas irrigadas con la solución Steiner, son las que obtuvieron los valores más altos con 3.868 mm y el resto no presento diferencia significativa entre ellas.



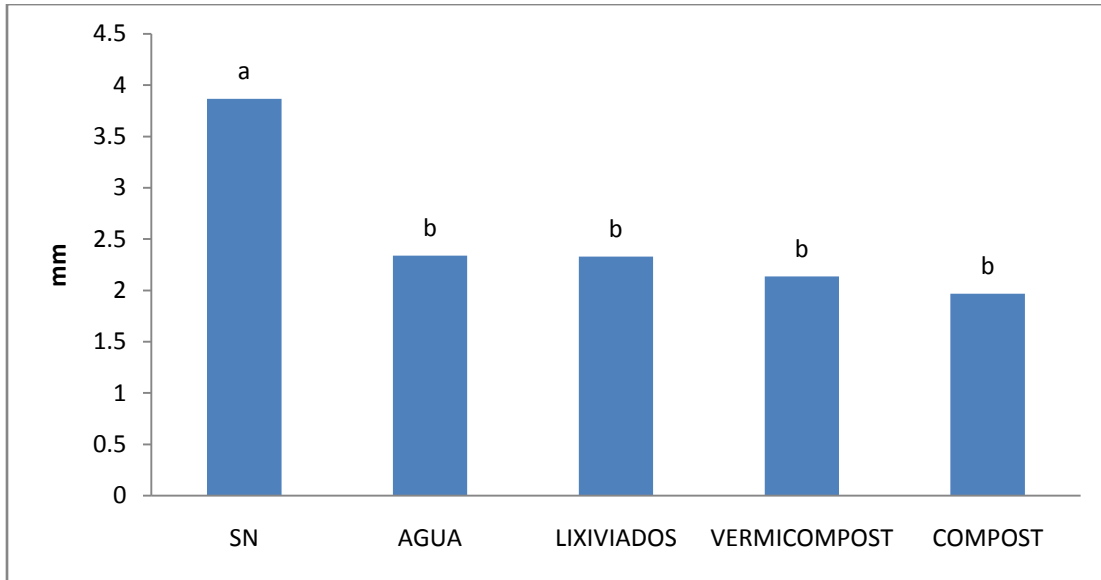


Figura 3. Diámetro del tallo de plántulas de tomate, por efecto de los diferentes tratamientos.

El diámetro de tallo es un buen indicador del vigor de las plántulas, ya que refleja directamente la acumulación de fotosintatos, los cuales posteriormente pueden trastocarse a los sitios de demanda (Preciado *et al.*, 2002). Además, un mayor diámetro de tallo minimiza o previene el acame o caída de las plantas por acción del viento en el campo (Orzolek, 1991).

Como consecuencia a un mayor diámetro de tallo, aumenta la capacidad de sostén y de transporte de fotosintatos (carbohidratos y otros compuestos que se producen durante la fotosíntesis) entre las raíces y las hojas. (Acedo, 2008)

#### 4.4 Volumen de raíz

El análisis de varianza para el volumen de raíz mostro diferencia significativa para en las plántulas con la solución nutritiva Steiner (Figura 4), las cuales obtuvieron el mayor volumen radical respecto a los demás tratamientos. Estos resultados son similares a los obtenidos por (Ismail y Ahmad, 1997) lo cuales señalan que el volumen de la raíz aumenta al elevar de forma gradual la concentración de la solución nutritiva.

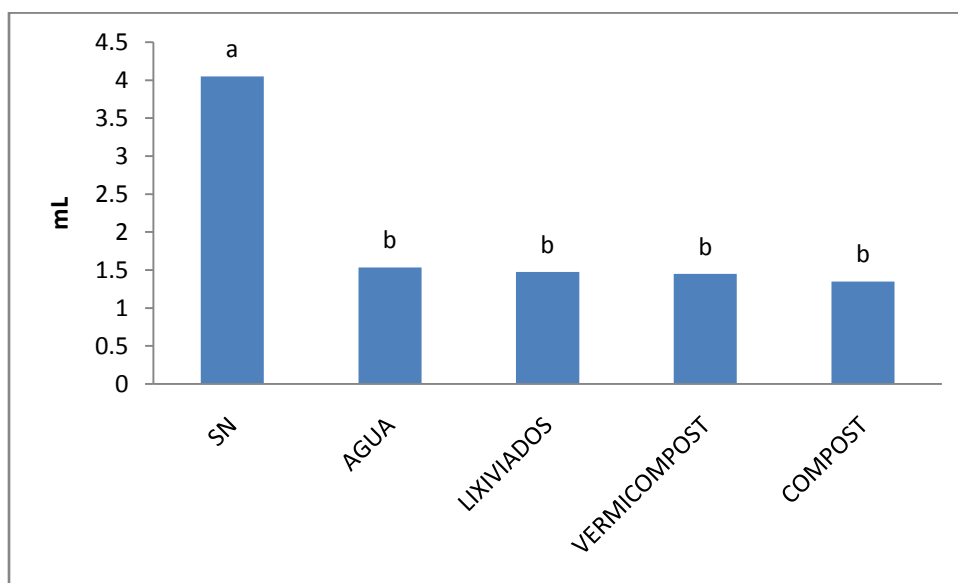


Figura 4. Volumen de raíz de plántulas de tomate, por efecto de los diferentes tratamientos.

El contenido de carbohidratos de la plántula es importante para la producción de raíces, por lo que un mayor peso seco de hojas posiblemente esté relacionado con una mayor área foliar para realizar la fotosíntesis y, por consiguiente, en una mayor producción de carbohidratos, los cuales pueden ser utilizados para la formación de nuevas raíces (Wien, 2001).

#### 4.5 Medición indirecta de clorofila

Las lecturas SPAD mostraron diferencias significativas entre tratamientos (Figura 5). El tratamiento con solución nutritiva Steiner mostro los valores más altos de unidades SPAD con 31.756, cabe mencionar que en este tratamiento también obtuvo los valores más en el contenido de Nitrógeno en la solución nutritiva. Las plántulas desarrolladas en con el Peat moss superaron a las plántulas irrigadas con las soluciones nutritivas orgánicas.

La turba de *Sphagnum* ha sido el material más utilizado frecuentemente como un sustrato para la producción comercial de plántulas (De Grazia *et al.*, 2007) sus características físicas, químicas y biológicas permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas (Fernández *et al.*, 2006).

La turba (peat moss) es un material con un alto contenido de materia orgánica y concentraciones de nitrógeno lo que infiere que es un material químicamente estable (relación C:N igual a 31); por lo que este sustrato puede abastecer las necesidades de N en las plántulas, de mejor manera que las soluciones nutritivas orgánicas.

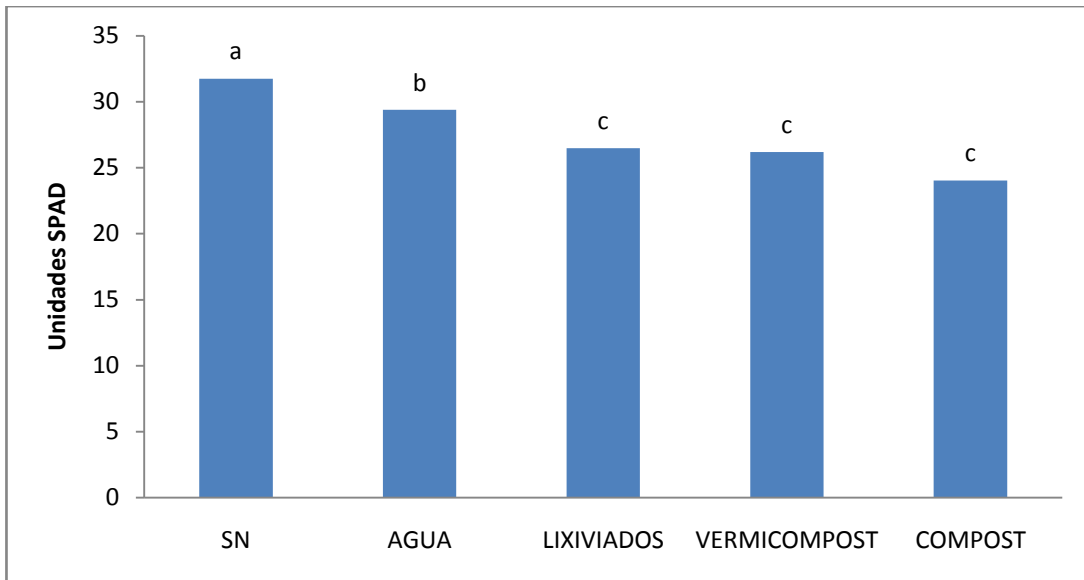


Figura 5 .Valores SPAD en hojas a plántulas de tomate por efecto de diferentes tratamientos.

Estos resultados son similares a los obtenidos por (Preciado et al., 2011) en donde también la solución nutritiva orgánica obtuvo mayores valores que las plantas tratadas con soluciones nutritivas preparadas con fuentes orgánicas de fertilización.

Un mayor contenido de clorofila es un buen indicador de vigor en la plántula por lo cual podemos asumir que las plántulas con alto contenido de clorofila, absorbieron mejor el agua y los nutrimentos. Existe una correlación entre las lecturas SPAD con la concentración de clorofila extractable y contenido de N (Rodríguez et al., 1998).

#### 4.6 Peso seco de raíz

El análisis de varianza para el peso seco de raíz mostro diferencias significativas el tratamiento con mayor peso seco de raíz fue el de solución nutritiva Steiner (Figura 6).

Al incrementar el peso seco de las plántulas, tiene efectos favorables en el crecimiento, desarrollo y abundancia radicular de las plántulas, lo cual es de gran importancia para un mejor prendimiento, enraizamiento y hacer una planta más tolerante al acame, además de tener la ventaja de absorber más agua y nutrimentos con mayor facilidad.

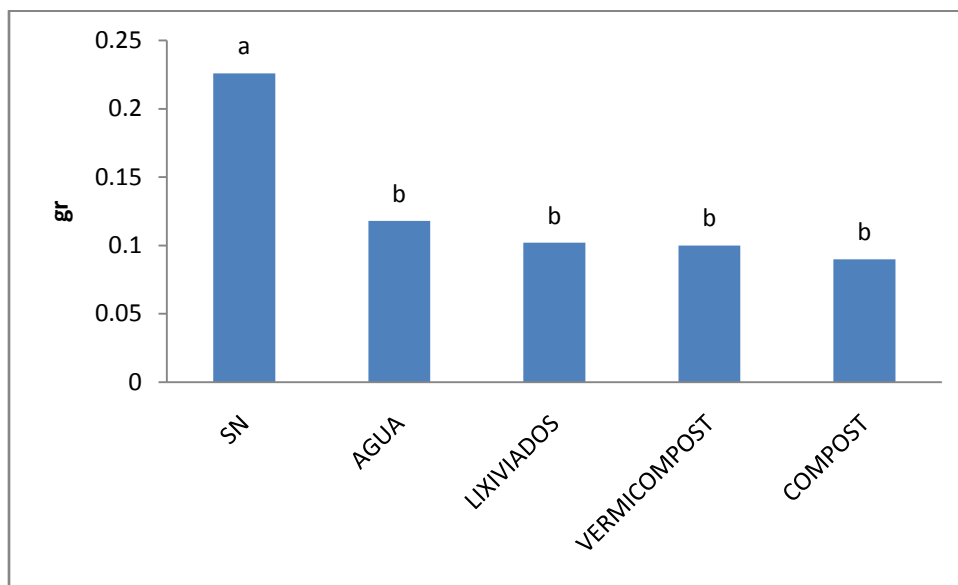


Figura 6. Peso seco de raíz de plántulas de tomate, por efecto de diferentes tratamientos.

#### 4.7 Peso seco del vástago

El análisis de varianza para el peso seco del vástago presento diferencia significativa (Figura 7), en la cual el tratamiento con solución nutritiva obtuvo el mayor peso del vástago con 0.52 g, seguido del tratamiento donde las plántulas se irrigaron con agua natural con 0.22 g por plántula. En cambio las soluciones orgánicas no presentaron diferencia entre ellas.

Estos valores se deben a que la solución nutritiva Steiner, también presento el mayor número de hojas (Figura 1) , y mayor volumen de raíz, lo cual genero una mayor cantidad de biomasa, y por consiguiente los valores más altos para el peso seco del vástago.

La importancia fisiológica peso seco del vástago indica que las plántulas, tienen un mayor vigor, y por lo tanto un mayor absorción de N y otros nutrientes.

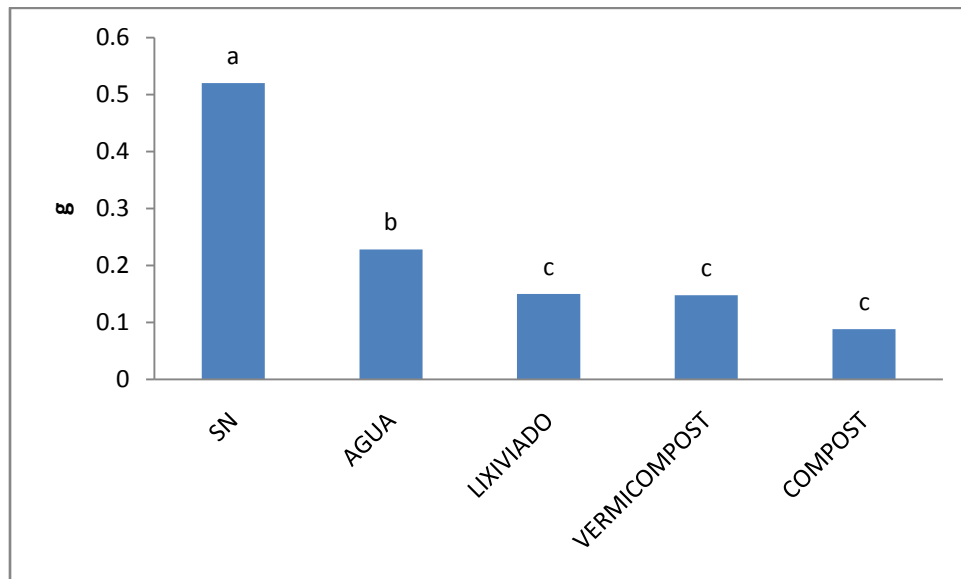


Figura 7. Pes seco del vástago de plántulas de tomate por efecto de diferentes tratamientos.

#### 4.8 Relación vástago raíz

El análisis de varianza para la relación vástago raíz mostro diferencia significativa (Figura 8), el valor más alto para la relación vástago raíz correspondió a las plántulas irrigadas con la solución nutritiva (2.596 g), seguidas de las plántulas que se desarrollaron únicamente con el sustrato e irrigadas con agua natural; mientras que los menores valores de esta variable correspondieron a las soluciones nutritivas orgánicas.

La relación vástago raíz, es importante para la fisiología de la plántula ya que al haber un equilibrio del vástago raíz la plántula, la raíz puede absorber el agua y los nutrimentos que la parte aérea requiere. La solución nutritiva Steiner es la que tuvo mayor valor para la relación vástago raíz.

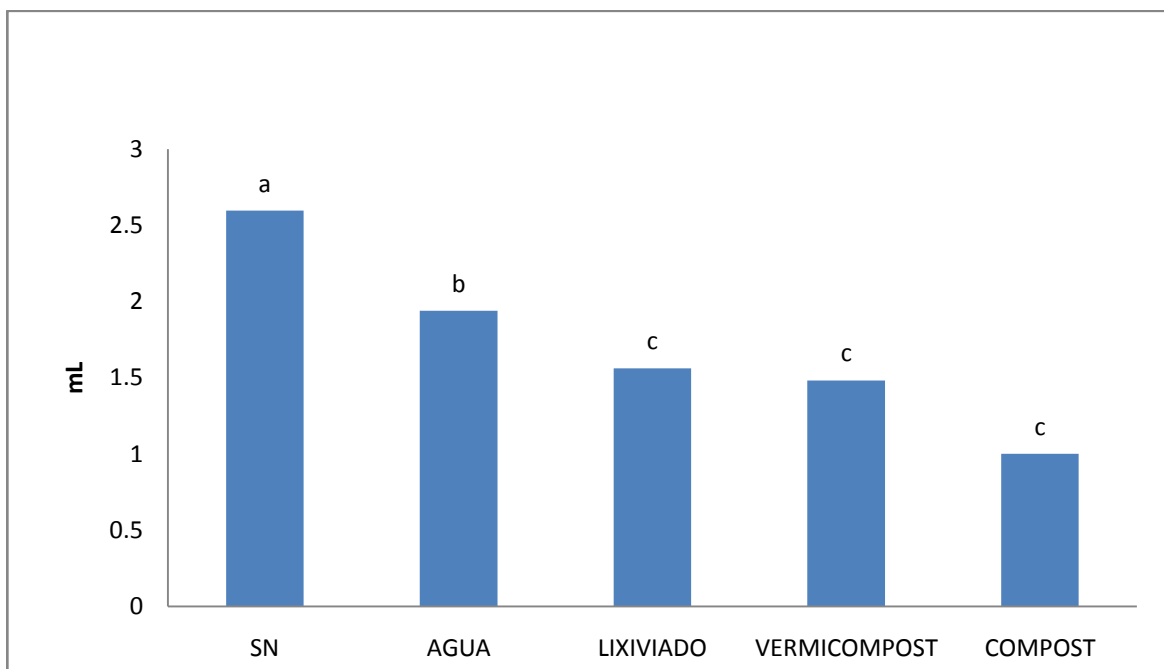


Figura 8. Relación vástago raíz en plántulas de tomate por efecto de diferentes tratamientos.

#### **4.9 Área foliar**

El análisis de varianza para el área foliar mostro diferencias significativas (Figura 9). la mayor área foliar correspondió a las plántulas tratadas con la solución nutritiva, mientras que los menores valores de esta variable correspondieron a las plántulas irrigadas con las soluciones nutritivas orgánicas, en cambio las plántulas que se desarrollaron únicamente con el sustrato e irrigadas con agua natural superaron a las tratadas con la solución nutritiva orgánica.

El área foliar es un buen indicador de vigor, y calidad de las plántulas, ya que al tener un mayor número de hojas, las plántulas tiene una mayor capacidad de fotosíntesis y por ende una mayor producción de fotosintatos, una planta con mayor área foliar tiene mayor capacidad de generar raíces, para que la planta tenga mayor éxito al momento de trasplante y mayor resistencia al acame.



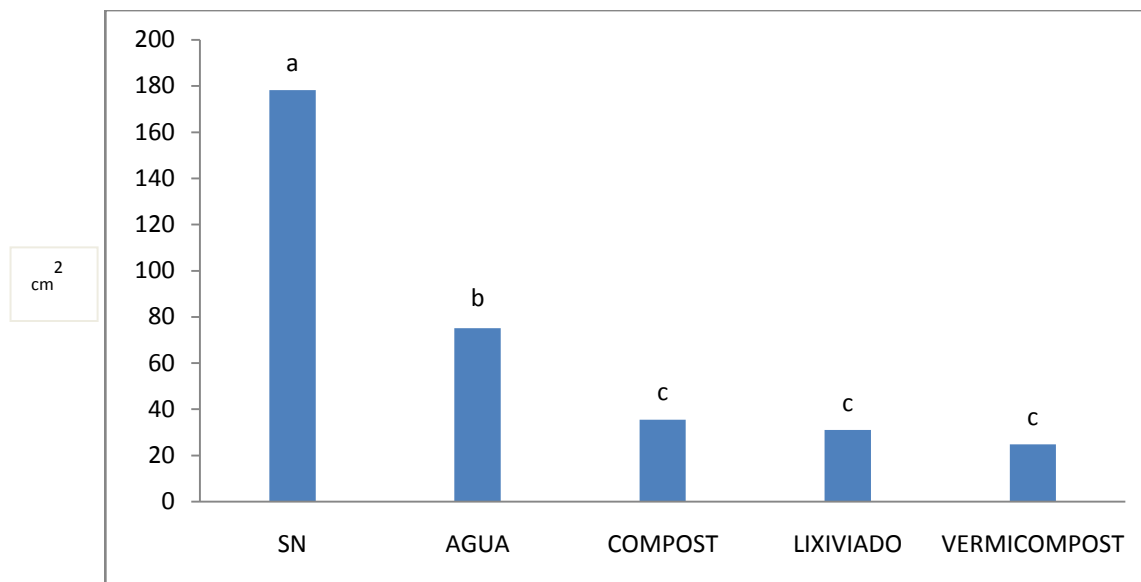


Figura 9. Área foliar en plántulas de tomate, por efecto de diferentes tratamientos.

El área foliar y el número de hojas son variables que se deben de tomar en cuenta cuando se evalúa la calidad de las plántulas (*Markovie et al, 1997*).

La determinación del área foliar de las plantas tiene gran importancia en los estudios relacionados con su crecimiento y desarrollo dado que en las hojas se sintetizan los carbohidratos que van a repartirse en los diferentes órganos. La capacidad de fotosíntesis de las plantas está relacionada con la superficie foliar expresada como índice de área foliar (*Kozlowsky et al .,1991*).

## **V. CONCLUSIONES**

La solución nutritiva Steiner influyo significativamente en la calidad de las plántulas, ya que en este fue donde se obtuvieron los mayores valores para todas las variables evaluadas. El sustrato contiene la cantidad suficiente de nutrimentos, los cuales permiten desarrollarse fisiológicamente a las plántulas. Los tratamientos con las soluciones nutritivas orgánicas presentaron los menores valores en los parámetros.

## VI. LITERATURA CITADA

- Al-Dahmani, J. H., P. A. Abbasi, S. A. Miller, and H. A. J. Hoitink. 2003. Suppression of bacterial spot of tomato with foliar sprays of compost extracts under greenhouse and field conditions. *Plant Dis.* 87: 913-919. *annuum L.*) e n z onas áridas. *Interciencia* 27: 417-421
- Arancon, Norman Q.; EDWARDS, Clive A.; BIERMAN, Peter; METZGER, James D. and LUCHT, Chad. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedobiologia*, August 2005, vol. 49, no. 4, p. 297-306.
- Armenta BD, Baca CG, Alcántara GG, Kohashi SJ, Valenzuela UG, Martínez GA (2001) Relaciones de nitratos y potasio en fertirriego sobre la producción, calidad y absorción nutrimental de tomate. *Rev. Chapingo Ser. Hort.* 7: 61-75. Bajo Invernadero. pp. 1-11. En: C. A. LEAL CH. Y J. A GARZA G. (eds). *Memorias del Segundo Simposio Internacional de Producción de Cultivos en invernaderos.*
- Atiyeh, R.M.; Arancon, N.; Edwards, C.A. and Metzger, J.D. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology*, December 2000, vol. 75, no. 3, p. 175-180.
- Atiyeh, R.M.; Arancon, N.Q.; Edwards, C.A. and Metzger, J.D. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology*, January 2002, vol. 81, no. 2, p. 103-108.
- Benitez, E.; Nogales, R.; Elvira, C.; Masciandaro, G.; Ceccanti, B., (2000). Enzyme activities as indicators of the stabilization of sewage sludges composting with *Eisenia foetida*. *Bioresource Tech.*, 67, 297-303.
- Berenguer, J., J. 2003. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. En: Javier Z,
- Brown, B.a. y Mitvhell M.J 1981 role of earthworm, *eisenia foetida* affecting survival of salmonella enteritidis ser Tybimurium. 21 434 -438.
- Cantliffe, D.J. 1998. Transplant production and performance: seed germination for transplant quality. *HortTechnology* 3: 415-418.

- Capulín GJ, Núñez ER, Aguilar AJL, Estrada BM, Sánchez JP, Mateo SJL (2007) Uso de estiércol líquido de bovino acidulado en la producción de pimiento morrón. *Rev. ChapingoSer. Hort.* 13: 5-11
- Capulín GJ, Núñez ER, Sánchez JP, Martínez GA, Soto HM (2005) Producción de jitomate con estiércol líquido de bovino acidulado con ácidos orgánicos e inorgánicos. *Terra Latinoam.* 23: 241-247.
- Cascadia J.,G 2001. Organic Production Systems Permitted Substances List, ICS 67.040 National Standard Canada. CAN/CGSB- 32.311-2006. Retrieved January, 2008 from [http://www.pwgsc.gc.ca/cgsb/on\\_the\\_net/organic/032\\_0311\\_2006-e.pdf](http://www.pwgsc.gc.ca/cgsb/on_the_net/organic/032_0311_2006-e.pdf).
- Castellanos, y Muñoz J. J. (Eds.) Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero.
- Cavagnaro, T.R.; Jackson, L.E.; SIX, J.; Ferris, H.; Goyal, S.; Asami, D. and SCOW, K.M. Arbuscular mycorrhizas, microbial communities, nutrient availability, and soil aggregates in organic tomato production. *Plant and Soil*, April 2006, vol. 282, no. 1-2, p. 209-225.
- Centeno H. M.A. 1996. Tesis análisis de criterios para lixiviados en un sitio de confinamiento. Universidad popular autónoma Del estado de Puebla
- Colom i Puigbo G 2001. Compostaje de residuos organicos. Macroconferencia . centro de ecologia y proyectos alternativos. Valladolid
- Cornillon, P. 1988. Influence of root temperature on tomato growth and nitrogen nutrition. *Acta Hort.* 229: 211-218.
- Crawford J; Smith P.1985. Landfill technology.ED Butter Worths.England
- De Grazia J., P. A. Tittonell, and Chiesa A. 2007. The effect of substrates with compost and nitrogenous fertilization on photosynthesis, precocity and pepper (*Capsicum annuum*) yield. *Cien. Inv. Agr. (Chile)* 34(3): 151-160.
- De la Riva.2002.Curiosidades del girasol. España
- Deffis caso, Armando. 1994. La casa ecológica autosuficiente para clima cálido y tropical Ed. Arbol.Mexico DF.

- Díaz, S. & Cabido, M. 1997. Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *J. Veg. Sci.* 8: 463- 474.
- Diez, N. M. 2001. Tipos varietales. pp. 97-98, 103-113. *In*: Nuez, F. (ed.). El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España
- Dorais, Martine; EHRET, David and PAPADOPOULOS, Athanasios P. Tomato (*Solanum*)
- Dufault, R. J. 1998. Vegetable transplant nutrition. *HorTechnology* 8(4) 3.515-523.
- Edwards, C. A.; Dominguez, J.; Neuhauser, E. F., (1998). Growth and reproduction of *Perionyx excavatus* (Perr.) (Megascolecidae) as factors in organic waste management. *Biol. Fert. Soils*, 27, 155-161.
- Ericsson, T. 1995. Growth and shoot: root ratio of seedlings in relation to nutrient availability. *Plant Soil* 168-169: 205-214. Facultad de Agronomía-UANL, Monterrey N. L. México.
- Fernández-Bravo C., N. Urdaneta, W. Silva, H. Poliszuk y M. Marín. 2006. Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv `Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Rev. Fac. Agron. (LUZ) (Venezuela)* 23(2): 188-195. Fuentes B., Jorquera M. and Mora M. de la L. 2
- Frederickson. J . and Howell. G ,. 2003. Large \_scale vermicomposting emission of nitrous oxide and effects of temperatura on eaerthworm populations. *Pedabiologia* 47: 724 -730
- Frinck Arnold 1988. Fertilizantes y fertilización. Editorial reverté, S.a .España
- Galindo-González, G.; C. López M.; B. Cabañas-Cruz; H. Pérez-Trujillo y A. Robles-Martínez. 2002. Caracterización de productores de chile en el altiplano de Zacatecas. Folleto científico N° 5. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) – Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatecas. 102
- Gallardo M, Thompson RB, Rodríguez JS, Rodríguez F, Fernández MD, Sánchez JA, Magán JJ (2009) Simulation of transpiration, drainage, N uptake, nitrate

leaching, and N uptake concentration in tomato grown in open substrate. *Agric. Water Manag.* 96: 1773-1784.

García I. Y C .Dorronso 2001.departamento de edafología y química agrícola. Universidad de granada España. Cocontaminación por metales pesados.

Gladish, D. K. and T.L Rost. 1993 The effects of temperature on primary root growth dynamics and lateral root distribution in garden pea (*Psidium savitum* L). *Aus. J. Bot* 30: 303-309.

Gómez Cruz Manuel Ángel, Rita Schwentesius Rindermann, Laura Gómez Tovar, et al.2001. Agricultura orgánica de México. Datos básicos. Boletín, SAGARPA-CIESTAAM, México, 46p.

Gómez Cruz, Manuel Ángel; Laura Gómez Tovar; y Rita Schwentesius Rindermann.2003. La Agricultura Orgánica en México. En: Producción, comercialización y certificación de la agricultura orgánica en América Latina. CIESTAAM-AUNA, Edo. De México, pp. 91-108.

Gomez T., L.; Gómez C., M. A.; Schwentesius R., R. 1999. Producción Gomez T.L., Gómez C.M.A. y Schwentesius R.R. 1999. Producción y comercialización de hortalizas orgánicas en México. p 121-158. En: C de Grammont H., Gómez C.M.A., González H. y Schwentesius R.R (Eds) Agricultura de [exportación](#) en [tiempo](#) de [globalización](#). El caso de las hortalizas, frutas y flores. CIESTAAM/UACH.

Granatstein, D. 1999. Foliar disease control using compost tea. The compost. Connection for Western Agriculture 8:1-4.

Hernandez.M.J.,2000. Producción de plántulas de cuatro especies hortícolas utilizando el sistema de flotación en soluciones hidropónicas. Tesis profesional licenciatura. Departamento de horticultura.

Herrera. Z .J.G 2006. Producción de plántula de tomate bola (Variedad Florade) y efecto postransplante en invernadero. Tesis profesional licenciatura .departamento de horticultura . Buenavista Saltillo Coahuila.

- Herrera F., Castillo J. E., Chica A. F. and López B. L. 2008. Use of municipal solid waste compost (MSWC) as a growing médium in the nursery production of tomato plants. *Bioresource Technology* (Great Britain) 99: 287-296.
- Hinchee, M.A.W. and T.L Rost. 1992. The control of lateral root development in pea. 3. Spacin Intervals. *Botanica Acta* 105: 127-131
- Ingham RE (2005) *The Compost Tea Brewing Manual*. 5a ed. Soil Foodweb Inc. Corvallis, OR, EEUU. 79 pp.
- Inifap, 2000. Requerimientos agroecologicos de los cultivos .Mexico DF.
- Jones, J. B. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. CRC Press. New York. 382 p.
- Klapwijk, D. 1986. Production of tomato transplants in The Netherlands. *Acta Hort.* 190: 505-510
- Lamas N., M. A.; Flores O.; N.; SÁNCHEZ R., G.; GALAVIS R., R. 2003. Agricultura Orgánica. FIRA. Boletín informativo. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. Boletín Informativo. Núm. 332 Vol. XXXV. México
- Lao M.T and Jimenez s.2004, evaluation of almond Shell as a culture substrate for ornamental plants I. characterization . *International Journal of Experimental Botany* .53<sup>rd</sup> Aniversary. Argentina 69-78 p.
- Leskovar, D. I.; STOFFELLA, P. J. 1995. Vegetable seedling root systems: morphology, development, and importance. *HortScience* 30(6): 1153-1159
- lycopersicum*) health components: from the seed to the consumer. *Phytochemistry Reviews*, July 2008, vol. 7, no. 2, p. 231-250.
- Magdaleno V., J. J., A. Peña L., R. Castro B., A. M. Castillo G., A. Galvis, F. Ramírez P. y B. Hernández H. 2006. Efecto de soluciones nutritivas sobre el desarrollo de plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12: 223-229
- Markovic, V. 1986. The quality of the sweet pepper transplants dependiending on production methods. *Proceedings of Yugoslav Symposium on Intensive Vegetable Production for Healthy Nutrition*. Split:
- Márquez H., C.; CANO R., P. 2004. Producción Orgánica de Tomate Martinez R.A; Ramos C.E; Gaskins E.B Guerra M. y j.diaz S. 2007.simulacion de un campo magnético en el suelo por el método de los elementos finitos. *Revista ciencias Tecnicas Agropecuarias (cuba)* 16(3):57-60

- Masson, J.; N. Tremblay and A. Gosselin. 1991. Nitrogen fertilization and HPS supplementary lighting influence vegetable transplant production. I. Transplant growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116 (4): 594-598. IV simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: diseño, manejo y producción.
- Michel J.C 2008. Experience with selected physical methods to characterize the suitability of growing media for plant growth. Acta Hort. (USA) 239-250
- Muñoz RJJ (2004) Formulación de la solución nutritiva. pp: 151-180. En: Manual de Producción Hortícola en Invernadero. Castellanos
- Navejas J., J. 2002. Producción orgánica de tomate. INIFAP-CIR Noroeste. Desplegable Técnico No. 5. Constitución, Baja California Sur, México.
- Nicola, S.; BASOCCU, L. 1994. Pretransplant nutritional conditioning techniques. pp. 94-119. In: Encyclopedia of Plant Physiology. affects pepper seedling growth and yield. Acta Horticulturae Vol. 15-A. PIRSON, A.; ZIMMERMAN, M. H. (eds.) Springer 361: 519-526
- Nieto A, Murillo B, Troyo E, Larrinaga J, García HJL (2002) El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum*)
- Nogales, R., ELVIRA- C.- BENITEZ, E., THOMPSON, R. and GOMEZ, M.,  
Feasibility of vermicomposting dairy biosolids using a modified system to avoid earthworm mortality, journal of environmental Science and health . 34 : 151 -169.
- Nuez Fernando. 2001. El cultivo del tomate. Ed. Mundi- Prensa. 793 p.
- Parera, C.A. and D.J. Cantliffe. 1994. Presowing seed priming. Horticultural Reviews 16: 109-141.
- Preciado R., P., G. A. Baca C., J. L. Tirado T., J. Kohashi S., L. Tijerina Ch. y A. Martínez G. 2002. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. Terra 20: 267-276.
- Preciado R., P.; V. Florián G.; G. García L.; M. Segura C. y A. Lara H. 2004. Crecimiento y calidad de plántulas de chile jalapeño por efecto de nitrógeno y potasio. In: XXXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. División: Suelo-Clima-Biota, Mesa: Nutrición Vegetal, Conferencia 35.} *Proceedings*



of the InFoRM 2000. National Workshop on Integrated Food Production and Resource Management. Brisbane, Australia, 2002, p. ix-xvi.

Raviv, M.; Oka, Y.; Katan, J.; Hadar, Y.; Yogev, A.; Medina, S.; Krasnovsky, A.; ZIADNA, H. 2004. High – nitrogen compost as a medium for organic container-grown crops. *Bioresource Technology*; 96 (4): 419-427

Rippy JFM, Peet MM, Louis FJ, Nelson PV (2004) Plant Development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. *Hortscience* 39: 223-229.

Rodriguez 2004. Desarrollo y caracterización de sustratos orgánicos a partir del bagazo de agave tequilero. Tesis de doctorado. Colegio de posgraduados, Montecillos Texcoco México.

Rodríguez D., N.; Cano R., P.; Favela CH., E.; Figueroa V., U.; Álvarez R., V. DE P.; Palomo G., A.; Marquez H., C.; Moreno R., A. 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13(2): 185-192.

Rodríguez D., N.; Cano R., P.; Figueroa V., U.; Palomo G., A.; Favela CH., E.; Álvarez R., V. DE P.; Márquez H., C.; Moreno R., A. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 31(3): 265-272. , J.Z. (Ed.) 2da Edición. INTAGRI, Celaya, Gto., México.

Rodríguez M., M. N.; Alcántar G., G.; Aguilar S., A.; Etchevers B., D. J.; Santizó R., J. A. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. *Terra Latinoamericana* 16:135-141.

Salisbury F, Ross C (2000) *Fisiología de las Plantas 1. Células: Agua, Solución y Superficies*. Trad. por Alonso JM. Thomson Internat. Madrid, España. 304 pp.

Sánchez, L. A. 2000. Apuntes de la materia producción de hortalizas de clima

Scheurell, S.; Mahaffee, W.F. 2004. Compost tea as a container media drench for suppressing seedling damping-off caused by *pythium ultimum*. *Phytopathology*. 94: 1156-1163

Schrader W.L. 2000 . using transplants in vegetable production. UC Cooperative Extension Farm Advisor, San Diego County, Publication 8013.USA

- Steiner AA (1984) The universal nutrient solution. *Proc. 6th Int.Cong. on Soilless Culture*. ISOSC. Lunteren, Holanda. pp. 633-649.
- Suthar, S., (2007a). Vermicomposting potential of *Perionyx sansibaricus* (Perrier) in different waste materials. *Bioresource Tech.*, 98, 1231-1237.
- Szczech, M.W Rondonansky , W., Brezeski M.v,Smolinska, U. y Kotowski,J.F(1993).supressive effect of commercial earthworm compost on some root infecting pathogens of cabbage an tomato.
- Tejeda, M., Gonzalez, J.L.- Hernade,M.T,. Garcia. C,. 2008. Agricultural use of lechates obtaided from two different vermicomposting processes. *Bioresource Technology* 99. 6228-6232.
- Tognoni, F. 2000a. Temperatura. *In: Memoria del Curso Internacional de Ingeniería, Manejo y Operación de Invernaderos para la producción Intensiva de Hortalizas*. Instituto Nacional de Capacitación para la Productividad Agrícola (INCAPA, S.C.). 21-26 de Agosto de 2000. Guadalajara, Jal., México. pp. 12-27.
- Tu, Cong; RISTAINO, Jean B. and HU, Shuijin. Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems: Effects of organic inputs and straw mulching. *SoilBiology and Biochemistry*, February 2006, vol. 38, no. 2, p. 247-255.University Press, Cambridge. London, UK.
- Warburton, K. and PILLAI-MCGARRY, U. Executive Summary of InFoRM 2000. In: WARBURTON, K; PILLAI-MCGARRY, U. and RAMAGE, D. eds. *Integrated biosystems for sustainable development*.
- Widder. I E .; O.A 1982. Potassium nutrition during tomato plant development . j. am. Soc.Hort Sci . 1189-1192 y comercialización de hortalizas orgánicas en México. p121-158. En: Agricultura de exportación en tiempo de globalización: El caso de las hortalizas, frutas y flores. H. GRAMMONT; M.A. GÓMEZ C.; H. GONZÁLEZ;
- Wien, H. C. 2001. *The Physiology of Vegetable Crops*. CAB International.
- Yágodin, B.A. 1986. *Agroquímica*. Trad. al español por R. Rincón-Zabaco y F. Vargas-Salazar. Tomo I. Mir. Moscú. Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas