

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**Ácidos Húmicos y Fúlvicos de Origen Orgánico en el Crecimiento  
de Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*)  
en Invernadero**

**Por:  
Agustín Pimienta Ron**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:

**INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCIÓN**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Junio del 2004**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**

**Extractos de Composta y Lombricomposta en el  
Crecimiento de Plántula de Tomate en Invernadero**

**Por:**

**Agustín Pimienta Ron**

**TESIS**

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador, como requisito parcial  
Para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Producción.

Aprobada por el Comité de Tesis:

Asesor Principal

---

Ing. Rene de la Cruz Rodríguez

Sinodal

Sinodal

---

MC. Alberto Sandoval Rangel

---

Ing. José Ángel de la Cruz Bretón

Coordinador de la División de Agronomía

---

M.C. Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio del 2004

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE CUADRO</b> .....	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>9</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>9</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>10</b>
<b>PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA EN CHAROLAS</b> .....	<b>10</b>
Remojo del sustrato .....	11
Llenado de la charola con sustrato .....	11
Siembra de la semilla .....	11
Fertilización Comercial de plántula de tomate .....	12
<b>AGRICULTURA ORGÁNICA</b> .....	<b>13</b>
Beneficios de la agricultura Orgánica .....	13
La composta .....	14
Proceso de Composteo.....	14
Fases del Proceso de Compostaje .....	15
Contenido de Nutrientes de la Composta .....	16
Líquido de Composta .....	17
Contenido de Nutrientes del líquido de composta.....	18
Lombricomposta .....	19
Contenido de Nutrientes de Lombricomposta .....	20
Líquido de Lombricomposta.....	21
Contenido de Nutrientes de Líquido de Lombricomposta .....	21
<b>LAS SUSTANCIAS HUMICAS</b> .....	<b>22</b>
Efecto de las Sustancias Húmicas en el Desarrollo de los Vegetales .....	25
Efecto de los Ácidos Fúlvicos en el Desarrollo de los Vegetales .....	27
<b>EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS PLANTAS</b> .....	<b>28</b>
Plántula Normal .....	29
Plántula anormal .....	30

<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>31</b>
<b>LOCALIZACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL</b> .....	<b>31</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS</b> .....	<b>32</b>
<b>ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO</b> .....	<b>33</b>
<b>VARIABLES EVALUADAS</b> .....	<b>34</b>
Altura de Planta .....	34
Diámetro de Tallo.....	34
Numero de Hojas por Planta.....	34
Longitud de Raíz.....	34
Biomasa .....	35
Evaluación de las Plántulas .....	35
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>36</b>
<b>ALTURA DE PLANTA</b> .....	<b>36</b>
<b>DIÁMETRO DE TALLO</b> .....	<b>38</b>
<b>NÚMERO DE HOJAS</b> .....	<b>40</b>
<b>LONGITUD DE RAÍZ</b> .....	<b>42</b>
<b>BIOMASA</b> .....	<b>44</b>
<b>EVALUACIÓN DE PLÁNTULAS</b> .....	<b>46</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>48</b>
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>49</b>
<b>APÉNDICE</b> .....	<b>52</b>

## ÍNDICE DE CUADRO

	Pág.
4.3 Programa de fertilización comercial para la producción de plántula de tomate.	11
4.4 Contenido de nutrientes de la composta.	15
4.5 Contenido de nutrientes del líquido de composta.	17
4.6 Contenido de nutrientes de la lombricomposta.	19
4.7 Contenido de nutrientes del líquido de lombricomposta.	20
5.1 Concentración de los tratamientos del experimento.	31
6.1 Cuadro general de los ANVA y su Significancia de los diferentes variables evaluadas.	35
6.2 Diferencia mínima significativa para la altura media en mm de las plantas de tomate, variedad Río Grande por tratamiento.	36
6.3 Diferencia mínima significativa para el diámetro de tallo en mm de las plantas de tomate, variedad Río Grande por tratamiento.	38
6.4 Diferencia mínima significativa para el numero de hojas verdaderas en las plantas de tomate, variedad Río Grande por tratamiento.	40
6.5 Diferencia mínima significativa para la longitud de raíz en las plantas de tomate, variedad Río Grande por tratamiento.	42
6.6 Diferencia mínima significativa de la biomasa en las plantas de tomate, variedad Río Grande por tratamiento.	44
6.7 Porcentaje de la evaluación de plantas normales, anormales y plantas con ligeros defectos en plántula de tomate variedad Río Grande.	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.	
4.5	Separación de las fracciones húmicas	22
5.1	Mapa de localización del sitio experimental.	30
6.1	Representación grafica de altura de las plantas de tomate en mm.	37
6.2	Representación grafica de Diámetro de tallo en las plántulas de tomate en mm.	39
6.3	Representación grafica de Numero de hojas verdaderas en las plántulas de tomate.	41
6.4	Representación grafica de Longitud de raíz en plántulas de tomate en mm.	45
6.5	Representación grafica de la Biomasa en plántulas de tomate	45

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el tomate (*Lycopersicon esculentum* Milld.) es la hortaliza más cultivada en el mundo después de la papa, ocupando China, Estados Unidos, Italia, India y Egipto los primeros lugares en producción (Valadez, 1998).

En México el tomate está considerado como la principal especie hortícola más importante por la superficie sembrada, la cual oscila a las 67,371 Ha para el año 2002 y por su valor de producción de 6,221 millones de pesos de la producción total para el mismo año, entre los principales estados productores de esta hortaliza tenemos a Sinaloa con un 32.9% siguiéndole Michoacán 12.38%, Baja California 10.92%, San Luis Potosí 9.76% y Jalisco 5.96%, representando el 71.93 % del total de la producción en México y el restante en los demás estados (SIAP, 2003).

Para seguir aumentando los niveles de producción es necesario producir plántulas que resistan diversos rigores de manejo, sobrevivan al estrés del movimiento de ambientes protegidos hacia ambientes de campo, y que al establecerlas reinicien el crecimiento activo inmediatamente después del trasplante obteniendo así rendimientos aceptables sin reducciones ni retrasos comparativos con métodos alternativos de establecimiento.

Muchos productores han cambiado la siembra directa por el trasplante porque se obtienen poblaciones más homogéneas, cosechas más tempranas y

maduración uniforme de las plantas, para esto hay que seleccionar la semilla adecuada, el medio de crecimiento y calidad de agua (Hassell, 1994).

Ramírez (2003), reporta que la producción de plántula de tomate bajo condiciones de invernadero implementando sustancias húmicas (ácidos húmicos y ácidos fúlvicos) de origen orgánico permite obtener plantas sanas y de buen porte con la elongación de tallo y raíces, que cuando se utilizan sustancias húmicas comerciales (Linehan, 1979), lo anterior concuerda con lo establecido por Villalpando (2002), que los ácidos fúlvicos incrementan el peso seco y peso fresco de las plántulas de tomate, gracias al incremento en la permeabilidad de la membrana celular de la raíz, al producir un efecto similar al de fitormonas.

El propósito de este trabajo es la creación y búsqueda de nuevas técnicas de cultivo que van encaminadas a obtener un incremento en la calidad de plántula, sin aumento de los costos mediante la utilización de productos orgánicos como el líquido de composta y lombricomposta.

Es por eso, que sabiendo los beneficios que aportan los productos orgánicos en la producción de plántula de tomate ayudando a obtener plantas que resistan condiciones adversas se hace esta investigación con los siguientes objetivos planteados.



## **OBJETIVOS**

- Determinar el efecto de las sustancias húmicas y fúlvicas de origen orgánico crecimiento y desarrollo de la plántula de tomate.
- Determinar el efecto de la combinación de las sustancias húmicas y la fertilización.

## **HIPÓTESIS**

La aplicación de sustancias húmicas orgánicas en combinación con las dosis de fertilización permiten una mejor nutrición que es reflejada en el crecimiento, desarrollo y mejor calidad de plántula.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Producción de plántula en Charolas

La producción de las plántulas de tomate en bandejas tiene ventajas, entre las que se mencionan (Cásseres 1981):

- Uso eficiente de la semilla.
- Producción de plántulas de excelente calidad (sanas, con buen desarrollo foliar y radicular).
- Fácil manejo de las plántulas a la hora del transplante
- Disminución de pérdida de plántulas.
- No provoca daño a las raíces a la hora del transplante.
- Puede transplantarse a cualquier hora del día.

El establecimiento de semilleros en bandejas requiere de la utilización de sustrato, el cual contiene vermiculita, perlita y musgo canadiense en partes iguales; comercialmente existen diferentes marcas.

Pasos para el establecimiento de semilleros.

### **Remojo del sustrato**

Se remoja el sustrato hasta que la humedad sea homogénea, para que favorezca la germinación uniforme de la semilla (no debe escurrir agua al apretarlo).

### **Llenado de la charola con sustrato**

La bandeja se llena en 3/4 partes y se compacta, se coloca la semilla y se completa el llenado.

### **Siembra de la semilla**

Para garantizar el número requerido deberá considerarse un 3% adicional de semillas al momento de la siembra. La semilla deberá colocarse en el centro de la celda; a una profundidad del doble de su tamaño. Al sembrarla a mayor profundidad se tienen problemas con la emergencia; y con siembras a menor profundidad se corre el riesgo de que la semilla quede descubierta al aplicar el riego. La emergencia ocurre a los 6 u 8 días después de la siembra

## Fertilización Comercial de plántula de tomate

Cuadro 4.3 Programa de fertilización comercial para producción de plántula de tomate.

DIA	Nitrato de Calcio (gr.)	Nitrato de Potasio (gr.)	Superfos (gr.)	Raizal 400 (gr.)	Humitron (cc)	Poliquel std (cc)
8	0.125	0.0625	0.2083			
9	0.125	0.0625	0.2083			
10	0.125	0.0625		0.312	0.208	
11	0.125	0.0625	0.2083			
12						
13	0.125	0.0625	0.2083			
14	0.125	0.0625		0.312	0.208	
15	0.125	0.0625	0.2083			
16	0.125	0.0625	0.2083			
17	0.125	0.0625	0.2083			
18	0.125	0.0625		0.312	0.208	
19	0.125	0.0625	0.2083			
20	0.125	0.0625	0.2083			
21	0.125	0.0625		0.312	0.208	
22	0.125	0.0625	0.312			
23	0.125	0.0625	0.312		0.104	0.208
24				0.312	0.208	
25	0.125	0.0625	0.2083		0.104	0.208
26	0.125	0.0625	0.2083		0.104	0.208
27				0.312	0.208	
28	0.125	0.0625	0.2083		0.104	0.208
29	0.125	0.0625	0.312		0.104	0.208
30				3 Kg.	2 Lts.	
31	0.125	0.052	0.312		0.104	0.208
32	0.125	0.0625	0.312		0.104	0.208

\* Hasta el 7 se aplica pura agua

\* cc por charola

\* gr. por charola

## **Agricultura Orgánica**

El término «Agricultura Orgánica» se refiere al proceso que utiliza métodos que respetan el medio ambiente, desde las etapas de producción hasta las de manipulación y procesamiento. La producción orgánica no sólo se ocupa del producto, sino también de todo el sistema que se usa para producir y entregar el producto al consumidor final (FAO/WHO, 2001).

***El objetivo principal de la agricultura orgánica es optimizar la salud y la productividad de las comunidades interdependientes del suelo, las plantas, los animales y las personas.***

### **Beneficios de la agricultura Orgánica**

IFOAM, 2002 hace mención de los Beneficio de la agricultura orgánica:

- Eleva la productividad de los sistemas agrícolas de bajos insumos.
- Proporciona oportunidades comerciales.
- Brinda la ocasión de descubrir, combinando los conocimientos tradicionales con la ciencia moderna, tecnologías de producción nuevas e innovadoras.
- Fomenta el debate público nacional e internacional sobre la sostenibilidad, generando conciencia sobre problemas ambientales y sociales que merecen atención.

El sistema de producción orgánica, procura potenciar los ciclos naturales de la vida, no la supresión de la naturaleza y por lo tanto es el resultado de la interacción dinámica del suelo, plantas, animales, seres humanos y el medio ambiente.

## **La composta**

La composta es el proceso biológico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable, permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura, ayuda a reducir la erosión, ayuda a la absorción de agua y nutriente por parte de las plantas (Haug, 1997).

Deffis (1991), define a la composta como un producto negro, homogéneo y por regla general, de forma granulada, sin restos gruesos, al mismo tiempo, es un producto húmico y cálcico; es un fertilizante químico por su aportación de microelementos al suelo, y su valor es muy apreciado.

## **Proceso de Composteo**

El proceso de la composta se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, esos seres microscópicos son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que puedan vivir y desarrollar la

actividad descomponedora, necesitan condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación.

El proceso de composteo empieza con una colección heterogénea de material orgánico, que contiene una población grande de hongos y bacterias. Los microorganismos se desarrollan y comienzan el proceso de descomposición en el momento en que se presentan condiciones favorables de humedad, temperatura y aireación. Esta actividad microbiana producirá un aumento de temperatura a consecuencia de las oxidaciones biológicas exotérmicas y dado que la materia orgánica posee muy mala conductividad térmica esta actúa como aislante térmico, causando que la mayor parte del calor producido permanezca dentro de la pila de material orgánico. La pila se enfriará posteriormente al disminuir la descomposición. (Gliessman, 2000).

### **Fases del Proceso de Compostaje**

Según Ansorena (1994), el proceso del compostaje puede dividirse en cuatro pasos, atendiendo a la evolución de la temperatura:

**Mesofílico.** La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

**Termofílico.** Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

**De enfriamiento.** Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que reinvaden el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

**De maduración.** Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

### Contenido de Nutrientes de la Composta

Cuadro 4.4 Contenido de nutrientes de la composta.

Elemento	Contenido Nutrimental
Ph	7.9
CE	3.8 mmhos/cm.
Materia Orgánica	40.4 %
Ácidos Humicos	2.70%
Ácidos Fúlvicos	3.76%
	<b>ppm</b>
Nitrógeno	No se a evaluado
Fosforo	80



## Continuación del cuadro 4.4

---

Potasio	8100
Calcio	60000
Magnesio	9500
Cobre	10
Zinc	170
Manganeso	300
Fierro	7000
Plomo	40
Sodio	1000
Cromo	20
Cobalto	10

---

Laboratorio de servicios generales UAAAN (2004).

**Líquido de Composta****Elaboración**

Este líquido se obtiene al separar la parte húmificada y mineralizada de la composta utilizando como medio para separar el agua, pero realizando este proceso en forma aeróbica.

## Contenido de Nutrientes del líquido de composta

Cuadro 4.5 Contenido de nutrientes del líquido de composta.

<b>Elemento</b>	<b>Contenido Nutrimental</b>
pH	7.8
CE	2.5 mmhos/cm.
Ácidos Humicos	----
Ácidos Fúlvicos	2.15 %
	<b>ppm</b>
Nitrógeno	No se a evaluado
Fosforo	No se a evaluado
Potasio	1260
Calcio	20000
Magnesio	7000
Manganeso	0.2
Fierro	0.7
Plomo	0.1
Sodio	40

Laboratorio de servicios generales UAAAN (2004).

## **Lombricomposta**

Es la excreta de la lombriz, la cual se alimenta de desechos en descomposición; asimila una parte para cubrir sus necesidades fisiológicas y otra parte la excreta. Es conocida también como vermicomposta y humus de lombriz (Martínez, 1999). Estas excretas son conocidas por sus altos niveles de Fosforo, Nitrógeno y otros nutrimentos, también contiene polisacáridos que aglutinan las partículas del suelo y ayudan en el desarrollo de la materia orgánica del suelo (Gliessman, 2000).

Es el mejor abono orgánico existente, completo, equilibrado y de fácil manejo, ideal para la fruticultura, floricultura, viveros, horticultura y agricultura en general. Al haber pasado por el intestino de la lombriz, y con todas las transformaciones que allí ha sufrido, el compost de lombriz es perfecto para la nutrición inmediata de las plantas. Las deyecciones de lombriz han demostrado ser muy útiles para estimular el crecimiento de las plantas, dándoles además fuerza y robustez (Bellapart, 1988).

## Contenido de Nutrientes de Lombricomposta

Cuadro 4.6 Nutrientes de la Lombricomposta.

<b>Elemento</b>	<b>Contenido Nutrimental</b>
pH	8.8
CE	2.5 mmhos/cm.
Materia Orgánica	52.8 %
	<b>ppm</b>
Nitrógeno	No se a evaluado
Fosforo	85
Potasio	12500
Calcio	70000
Magnesio	17000
Cobre	30
Zinc	190
Manganeso	300
Fierro	4000
Plomo	30
Sodio	2000
Cromo	30
Cobalto	10

Laboratorio de servicios generales UAAAN (2004).

## Líquido de Lombricomposta

Proviene de las camas en donde se tiene la lombriz.

### Elaboración de líquido de Lombricomposta

Este líquido es captado de los escurrimientos que se generan al regar las camas de siembra de las lombrices, dado que su hábitat debe tener una humedad alrededor de 80% y cuando se aplican los riegos parte del agua aplicada se escurre arrastrando consigo humus y minerales además de otros compuesto, los cuales se recogen en una pileta al final de la cama.

### Contenido de Nutrientes de Líquido de Lombricomposta

Cuadro 4.7 Contenido de nutrientes del líquido de Lombricomposta.

Elemento	Contenido Nutrimental
pH	8.1
CE	9.0 mmhos/cm.
Ácidos Humicos	1.20 %
Acidos Fúlvicos	0.90 %
	<b>ppm</b>
Nitrógeno	No se a evaluado
Fosforo	No se a evaluado

Continuación del cuadro 4.7

Potasio	6700
Calcio	20000
Magnesio	14000
Manganeso	0.4
Fierro	7.8
Plomo	0.4
Sodio	30800
Cobre	0.4

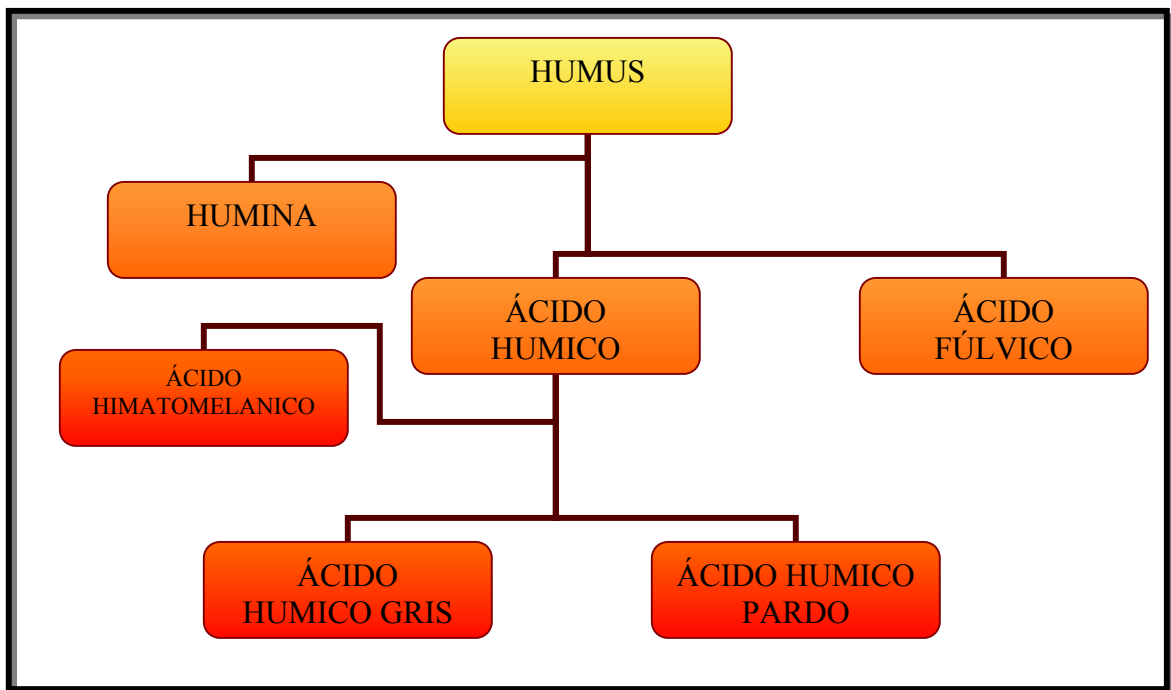
Laboratorio de servicios generales UAAAN (2004).

### Las Sustancias Húmicas

Las sustancias húmicas son compuestos de color amarillento a negro, amorfos, muy polimerizados, con peso molecular muy elevado, naturaleza coloidal y que presentan núcleos de carácter aromático (benceno, naftaleno, furano, etc.). En estado natural todas estas sustancias están íntimamente ligadas unas con otras y con otros constituyentes orgánicos (hidratos de carbono, proteínas, etc.) y el papel de los distintos componentes del humus es difícil de determinar. De hecho, las diferentes fracciones húmicas representan un sistema de polímeros que varían en cuanto a su composición elemental, acidez, grado de polimerización y peso molecular (Stevenson, 1981).

Las sustancias húmicas se clasifican en función de su solubilidad en ácidos y bases, pudiéndose separar en diversas fracciones húmicas (Figura 4.5). Los ácidos fúlvicos y húmicos se extraen con reactivos alcalinos, pero los húmicos precipitan en presencia de ácidos mientras que las huminas (son insolubles) no son extraíbles (precipitan en presencia de álcali).

Figura 4.5 Separación de fracciones húmicas.



<http://www.terralia.com>

Dentro de los ácidos húmicos, se pueden distinguir el ácido himatomelánico, que es la parte del ácido húmico soluble en alcohol (también llamado ácido úlmico), los ácidos húmicos pardos, que no precipitan en presencia de sales como el cloruro sódico y los ácidos húmicos grises, que precipitan en presencia de sales.

Dentro de los ácidos fúlvicos se pueden distinguir el ácido crénico (amarillo claro) y el ácido apocrénico (amarillo-pardo). Las huminas son de color negro. La distribución de estos distintos tipos de sustancias húmicas en los suelos naturales y en la materia orgánica descompuesta es variable y es característica del tipo de suelo o sustrato( <http://www.terralia.com>).

Los ácidos húmicos no son solubles en agua y precipitan en medio ácido, pero son solubles en álcalis, de color café oscuro a negro, alto peso molecular, 62% de carbón y 30% de oxígeno. Los ácidos fúlvicos son solubles en agua a cualquier condición de pH del medio, permanecen después de la separación de ácidos húmicos por acidificación; son de color amarillo oscuro, de bajo peso molecular, con 45% de carbón y 48% de oxígeno.

Los resultados de algunos experimentos indican que los ácidos fúlvicos tienen efectos ligeramente superiores a los ácidos húmicos en el crecimiento y desarrollo del tomate, de aquí que las concentraciones de los materiales húmicos sean importantes, y generalmente la respuesta disminuye a altas concentraciones (Villalpando, 2002).



## **Efecto de las Sustancias Húmicas en el Desarrollo de los Vegetales**

Los ácidos húmicos incrementan la permeabilidad de la membrana, y se favorece así la asimilación radical y aplicaciones foliares de nutrimentos. Favorece la traslocación de macro y microelementos dentro de la planta lográndose una mejor nutrición de esta; acelera la fotosíntesis e incrementa la clorofila aumentando la producción favorablemente. Las sustancias húmicas influyen directamente en el crecimiento de las plantas(Narro, 1987).

Flores (1993) expone que los ácidos húmicos presentan ciertos efectos en la planta como el traslado de nutrimentos desde las raíces hasta la parte aérea y del exterior de las hojas hasta los lugares de acumulación. Son activadores y estabilizadores de algunas enzimas. Ayudan al desarrollo temprano de las plantas, recuperando la tensión (estrés) de trasplante, mayor expansión foliar e incremento del sistema radical.

La acción de los ácidos húmicos en las plantas se resume en lo siguiente:

- Trasladan los nutrientes desde las raíces hasta la parte aérea de las plantas y del exterior de la hoja hasta los sitios de acumulación.
- Incrementa la permeabilidad de las membranas y favorecen los procesos energéticos de las plantas relacionadas con la respiración.

- Son activadores y estabilizadores de algunas enzimas, además de estimular algunas reacciones, procesos y funciones bioquímicas y fisiológicas de la planta.
- Acelera la germinación de las semillas e incrementa su porcentaje de germinación y uniformidad bajo circunstancias adversas.
- Incrementan la biomasa total de la planta, peso fresco y peso seco.

(Palomares, 1990).

Los efectos de las sustancia húmicas sobre el desarrollo vegetal bajo condiciones de adecuada nutrición vegetal, muestra resultados positivos sobre la biomasa de la planta y se menciona también que estas sustancias húmicas tienen mayores efectos sobre las raíces que sobre las partes aéreas. También se indica una respuesta superior de las sustancias húmicas y fúlvicas de origen natural, contra aquellas de procedencia comercial donde las primeras estimulan el crecimiento de tallos en varias plantas, cuando son aplicadas con soluciones nutritivas a diversas concentraciones(Chen y Aviad, 1990). Además de que se ha observado que generalmente hay un estímulo del crecimiento radical y un mejoramiento de iniciación de las raíces (Narro, 1997).

Los ácidos húmicos aumentaron el crecimiento de plantas de tomate en solución nutritiva, bajo condiciones de pobre aireación. Adicionalmente, igual después de la acumulación por ácidos húmicos bajo condiciones inadecuadas de aireación, las plantas de tomate fueron considerablemente mas pequeñas, que

cuando crecieron en solución nutritiva sola bajo condiciones aeróbicas adecuadas (Guminski, 1968).

### **Efecto de los Ácidos Fúlvicos en el Desarrollo de los Vegetales**

Las sustancias fúlvicas, al igual que las húmicas, son originadas de la materia orgánica, entre las principales propiedades que se les atribuye se encuentra la de mejorar la estructura del suelo reduciendo la compactación, aumentar la capacidad de retención de agua, facilitar la absorción de nutrientes y disminuir las pérdidas por lixiviación, que producen efectos benéficos en las plantas en condiciones adecuadas de nutrición vegetal. Además las sustancias fúlvicas al aplicarse al suelo y plantas, estimulan el crecimiento vegetal y permiten reducir las dosis de varios agroquímicos al incrementar la eficiencia de su asimilación, transporte y metabolismo (Narro, 1997).

Los ácidos fúlvicos son más eficientes como potencializadores de aplicaciones foliares que los ácidos húmicos, además que el pH no afecta la solubilidad de los ácidos fúlvicos en la solución de aspersion, en cambio los ácidos húmicos tienden a precipitarse en soluciones ácidas (GBM, 1997).

Los ácidos fúlvicos, incrementan la longitud de raíces de tomate, más que un testigo en un 10%, pero el peso seco y peso fresco fueron aumentados en 245 y 390% respectivamente. los ácidos húmicos, estimularon la longitud de la raíz en un

54% y la de la parte aérea en 146% pero, el contraste más marcado, fue cuando la longitud de la parte aérea, de plantas de tomate tratadas con ácidos fúlvicos, fue superior en 170% mientras que las raíces, solo aumentaron un 10% (Sladky, 1959).

David *et al*, (1994) señalan que con la aplicación de ácido fúlvico incrementaron los pesos secos y frescos en plántulas de tomate, atribuidos al incremento en la permeabilidad de la membrana celular y efectos similares al de las Hormonas.

### **Evaluación de la Calidad de las Plantas**

Es evidente que se ha ido incrementando la importancia del examen detallado de las plántulas para distinguir las que potencialmente pueden producir plantas normales bajo condiciones favorables en campo (plántulas normales) de aquellas otras que no tienen valor para siembra (plántulas anormales). Basándose en observaciones de plantas individuales y en ensayos comparativos, se ha determinado la importancia de los defectos de las plántulas.

El ISTA (1993), señala las reglas para determinar plantas normales y plantas anormales.

Mediante este sistema de evaluación se ha agrupado en dos grandes grupos: plantas normales y plantas anormales.

## **Plántula Normal**

Es aquella que presenta capacidad para continuar su desarrollo en planta normal cuando se le cultiva en suelo de buena calidad y bajo condiciones favorables de humedad, temperatura e iluminación.

Se ha demostrado que no solo las plántulas intactas, en las cuales las partes esenciales están sanas, completas y bien equilibradas, son capaces de producir una planta normal bajo condiciones favorables, sino que ciertos ligeros defectos no impiden que una plántula se desarrolle en planta normal.

Por tanto, se clasifican como normales tres categorías de plántulas:

- Plántulas intactas. Presentan una combinación específica de las estructuras esenciales.
- Plantas con ligeros defectos. Presentan ligeros defectos en sus estructuras esenciales, se clasifican como normales siempre que presenten un desarrollo normal y equilibrado comparándolas con las plántulas intactas.
- Plántulas con infección secundarias. Se clasifican como normales siempre sus estructuras esenciales sean por lo demás normales.

## **Plántula anormal**

Plántula anormal es aquella que no presenta capacidad para desarrollarse en una planta normal cuando crece en el suelo bajo condiciones favorables, debido a que tiene una o más de las estructuras esenciales irremediablemente defectuosas. Se pueden distinguir tres grandes grupos de plántulas anormales:

- Plántulas dañadas. Son aquellas que crecen de alguna de las estructuras esenciales o que están tan seriamente dañadas que impiden un desarrollo equilibrado.
- Plántulas deformes o desequilibradas. Son aquellas con un desarrollo débil o desequilibrado debido a alteraciones internas de carácter fisiológico-bioquímico.
- Plántulas podridas y/o enfermas. Plántulas con alguna de las estructuras esenciales de tal forma enferma o podrida, como consecuencia de una infección primaria, que impide el normal desarrollo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del Sitio Experimental

El trabajo se realizó en un invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo Coahuila, México. Con una altitud de 1743 msnm.



Figura 5.1 Mapa de Localización del Sitio Experimental

### Descripción de los Tratamientos

El presente trabajo consistió en 15 tratamientos y un testigo con tres repeticiones cada uno, a dichos tratamientos se les aplicaron extractos de composta y lombricomposta sustituyendo al agua de riego en porcentajes y en algunos se aplico puro extracto como se presenta en cuadro 5.2, dichos tratamientos se presentan a continuación:

Cuadro 5.1 Concentración de Tratamientos

<b>Trata.</b>	<b>Fertilización</b>	<b>Riego</b>
Testigo	F-C	Pura Agua
T2	F-C	L. de L. al 20%
T3	F-C	L. de L. al 40%
T4	F-C	L. de C. 100%
T5	F-C	L. de C. 50%
T6	50 % F-C	L. de L. al 20%
T7	50 % F-C	L. de L. al 40%
T8	50 % F-C	L. de C. 100%
T9	50 % F-C	L. de C. 50%
T10	F-C Sin Ra y Hu	L. de L. al 20%
T11	F-C Sin Ra y Hu	L. de L. al 40%
T12	F-C Sin Ra y Hu	L. de C. 100%
T13	F-C Sin Ra y Hu	L. de C. 50%
T14	E-F	L. de L. al 20%
T15	E-F	L. de L. al 40%
T16	E-F	L. de C. 100%



- F-C Fertilización Completa
- 50% F-C Fertilización Completa
- F-C Sin Ra y Hu Fertilización Completa si Raizal y Húmitron
- E-F Eliminación de Fertilización
- L. de C. Líquido de Composta
- L. de L.. Líquido de Lombricomposta

### **Establecimiento del Experimento**

Se realizó la siembra con semilla de tomate variedad Río Grande con características de crecimiento indeterminado y del tipo saladette, esto el día 4 de abril del 2004 en charolas de poliestireno de 200 cavidades utilizando como sustrato PRO-MIX BX, una vez emergido la plántula se aplicaron los extractos de composta y lombricomposta que fue desde el séptimo día hasta completar los 40 día (cuadro 5.2). Y se colocaron en el invernadero para su desarrollo el invernadero tiene las siguientes características: es un invernadero tipo túnel; la cubierta que tiene es una lamina de canal mediano de acrílico laminado de un espesor de 1mm, con una luminosidad de 80 a 85 %.

## **Variables Evaluadas**

### **Altura de Planta**

Esta variable se midió al final del experimento tomándose 5 plántulas de cada unidad experimental. Se midió la altura de la planta con un vernier, tomando la altura desde la base del tallo hasta la parte superior del Hipocotilo.

### **Diámetro de Tallo**

Se escogieron 5 plantas por unidad experimental, con un vernier se midió el diámetro del tallo en la parte media de este.

### **Numero de Hojas por Planta**

Para esta variable se tomaron 5 plántulas por unidad experimental al azar y se contaron todas las hojas presentes en estas (solo hojas verdaderas).

### **Longitud de Raíz**

Para esta variable se tomaron 5 plantas por unidad experimental y se midió la longitud de la raíz principal, desde el cuello de la raíz hasta el extremo inferior de esta.

## **Biomasa**

Se tomaron 5 plántulas al azar por unidad experimental se colocaron en bolsas de papel con orificios y se pesaron. Posteriormente se metieron a la estufa dejándolas a 65 °C por 24 horas. Se sacaron de la estufa y se peso nuevamente obteniendo así el valor de la biomasa.

## **Evaluación de las Plántulas**

Para la evaluación de la calidad de las plántulas se tomaron 5 plantas por unidad experimental y se compararon con los parámetros establecidos por la Asociación Internacional de Evaluación de Semillas (ISTA).

## **Análisis de Resultados**

Una vez obtenidos los datos se realizó el análisis estadístico, que consistió en realizar el análisis de varianza (ANVA), con la prueba múltiple de medias, diferencia mínima significativa (DMS,  $P < 0.01\%$ ). Para lo anterior se utilizo el programa estadístico generado por la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, versión 2.3 (Olivares, 1994).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para cada una de las variables evaluadas en el presente trabajo de investigación, se presentan a continuación.

Cuadro 6.1 Cuadro general de los ANVA y su Significancia de las diferentes variables evaluadas.

F.V	VARIABLES				
	Altura de Planta	Diámetro De Tallo	Número de Hojas	Longitud de Raíz	Biomasa
<b>C.M. Tratamiento</b>	282.991669**	0.438912**	0.150895**	103.734894**	15.957080**
<b>C.M. Error</b>	10.392578	0.090998	0.053331	22.822998	0.029892
<b>C.V.</b>	5.91%	12.80%	5.74%	10.00%	2.89%

### Altura de Planta

En el cuadro 6.2 se presentan los valores medios de la altura de plántula. El análisis de varianza (Cuadro 6.1), muestra que para el factor en estudio existe alta Significancia, lo que indica que existen diferencias en los tratamientos. Por eso se realizó la comparación de medias sacando la diferencia mínima significativa a 0.01 para establecer las diferencias de los tratamientos donde se muestra que el mejor tratamiento fue el T<sub>4</sub> (Programa de fertilización completa, con la aplicación de líquido de composta al 100%), con un promedio de altura de 80.133 mm.

Cuadro 6.2 Diferencia Mínima Significativa (DMS) para la altura media en milímetros de plantas de Tomate, variedad Río Grande por tratamiento

Tratamiento	Altura Media	
4	80.1333	A
2	67.9333	B
13	61.2000	BC
16	59.0000	CD
14	58.4000	CD
10	57.8667	CD
7	56.2667	CDE
12	52.7333	DEF
3	52.6667	DEF
11	50.5333	EFG
5	48.2000	FGH
8	47.4000	FGH
6	47.2000	FGH
1	45.6667	FGH
15	45.1333	GH
9	42.2000	H

Nivel De Significancia = 0.01

Las plantas de menor altura fueron las del tratamiento nueve, el cual consistió en un 50% de la fertilización comercial con 50% del líquido de composta, y el testigo que consistía en la aplicación de ácidos humicos comerciales no dio resultados mayores o iguales que el tratamiento cuatro, esto concuerda con lo expuesto por Narro (1997) que las sustancias fúlvicas al aplicarse al suelo y plantas, estimulan el crecimiento vegetal y permiten reducir las dosis de varios agroquímicos al incrementar la eficiencia de su asimilación, transporte y metabolismo.

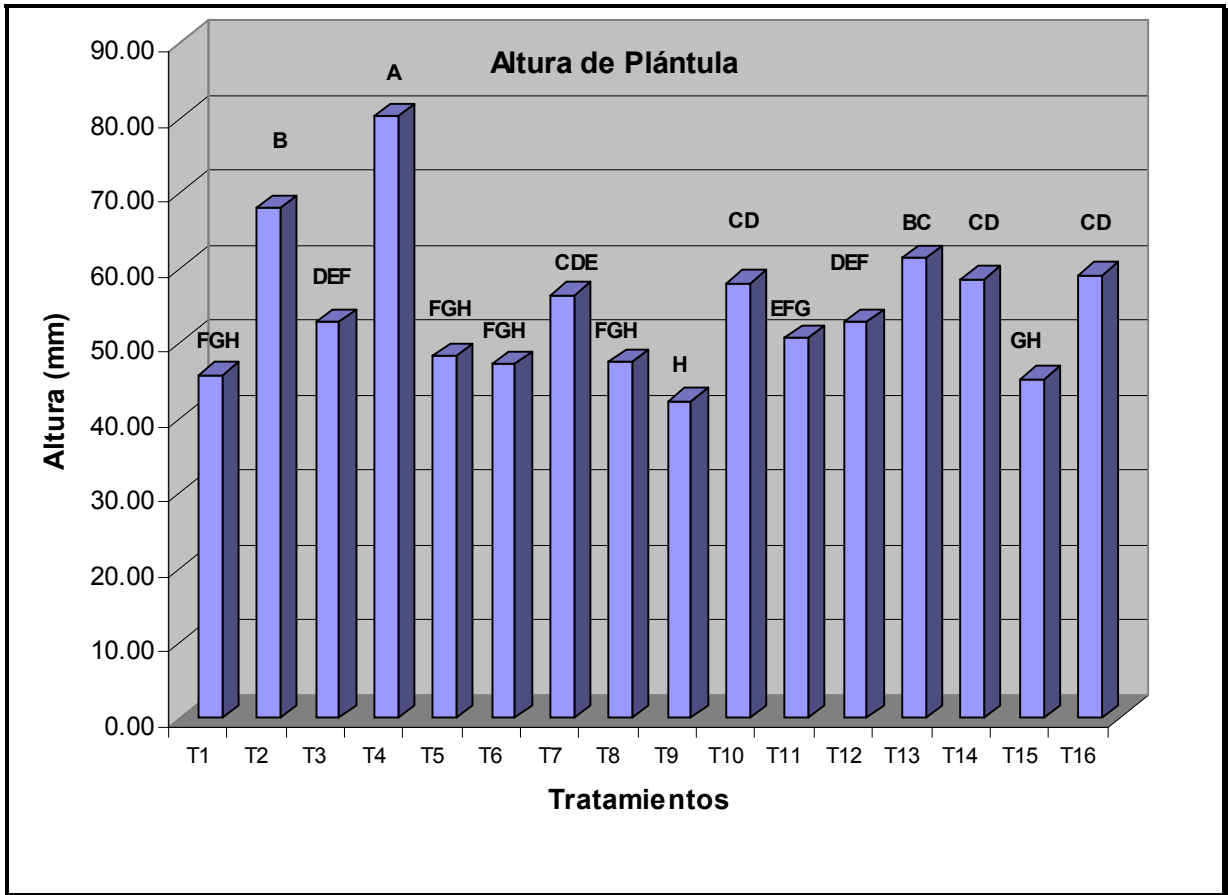


Figura 6.1 Altura de las plántulas de tomate en mm.

### Díámetro de Tallo

Al realizar el análisis de varianza muestra que para este parámetro en estudio existe alta Significancia, lo que nos indica que existe diferencia entre los tratamientos. Se realizó la comparación de medias sacando la diferencia mínima significativa (DMS) al 0.01, la cual se representa en el cuadro 6.3 donde el tratamiento mejor fue T<sub>4</sub> con diámetro promedio de 3.26 mm.

Cuadro 6.3 Diferencia Mínima Significativa (DMS) para el diámetro del tallo en plantas de Tomate (mm), variedad Río Grande por tratamiento

Tratamiento	Media	
4	3.266666	A
2	2.8000	AB
10	2.7667	ABC
16	2.6667	ABCD
14	2.5000	BCD
5	2.5000	BCD
6	2.3433	BCDEF
7	2.3333	BCDEF
3	2.3000	BCDEF
13	2.2667	BCDEF
12	2.1333	BCDEF
11	2.1000	CDEF
8	2.0667	DEF
15	2.0333	DEF
1	1.9000	EF
9	1.7667	F

Nivel De Significancia = 0.01

En la figura 6.2 podemos observar los tratamientos sobresalientes en cuanto a diámetro de tallo, el T<sub>4</sub> que fue el mas sobresaliente a diferencia del testigo, el cual consistió en la fertilización completa comercial y la aplicación de líquido de composta al 100% eliminando el agua, lo anterior concuerda con Chen y Aviad (1990) ya que mencionan que la aplicación de sustancias fúlvicas naturales estimulan el desarrollo de los tallos de varias plantas, cuando se aplican con soluciones nutritivas a diversas concentraciones.

También podemos decir que el tratamiento que menos diámetro obtuvo fue el nueve, el cual consistió en un 50% de la fertilización comercial y 50% del líquido de composta (figura 6.2).

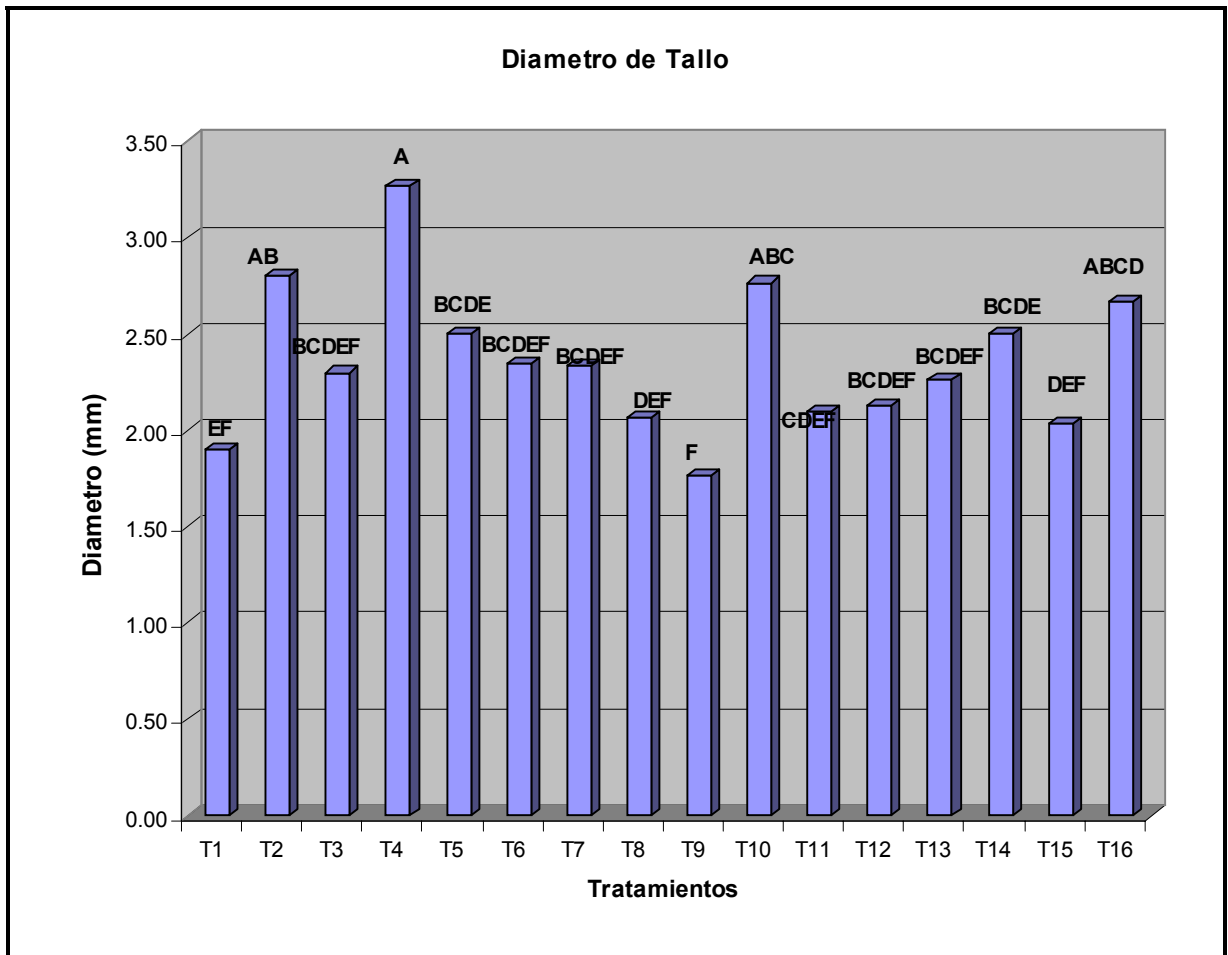


Figura 6.2 Diámetro del tallo de las plántulas de tomate en mm.

### Número de Hojas

Una vez obtenidos los resultados del ANVA (Cuadro 6.1) pudimos observar que existe alta Significancia en la variable, lo cual indica que existe una diferencia entre dichos tratamientos. Por esto se optó por llevar a cabo la prueba de media Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 0.01 (Cuadro 6.4) para poder observar las



diferencias de los tratamientos, ya que el mejor tratamiento resulto el T<sub>10</sub> con un promedio de 4.4 hojas por Plántula.

Cuadro 6.4 Diferencia Mínima Significativa (DMS) para el número de hojas en plantas de Tomate, variedad Río Grande por tratamiento

Tratamiento	Medias
10	4.40000 A
14	4.3333 AB
13	4.2000 ABC
11	4.2000 ABC
2	4.1333 ABC
3	4.1333 ABC
7	4.1333 ABC
8	4.1333 ABC
5	4.0667 ABC
4	4.0000 ABCD
16	3.9333 ABCD
6	3.9333 ABCD
15	3.8667 BCD
12	3.8000 CD
1	3.7333 CD
9	3.5333 D

Nivel De Significancia = 0.01

En la figura 6.3 podemos observar la diferencia significativa de los tratamientos sobresaliente concordando con Flores (1993) donde dice que los ácidos húmicos presentan cierto efectos en la planta como el desarrollo mayor de la expansión foliar, por el traslado de nutrientes desde las raíces hasta la parte aérea y del exterior de las hojas hasta los lugares de acumulación.

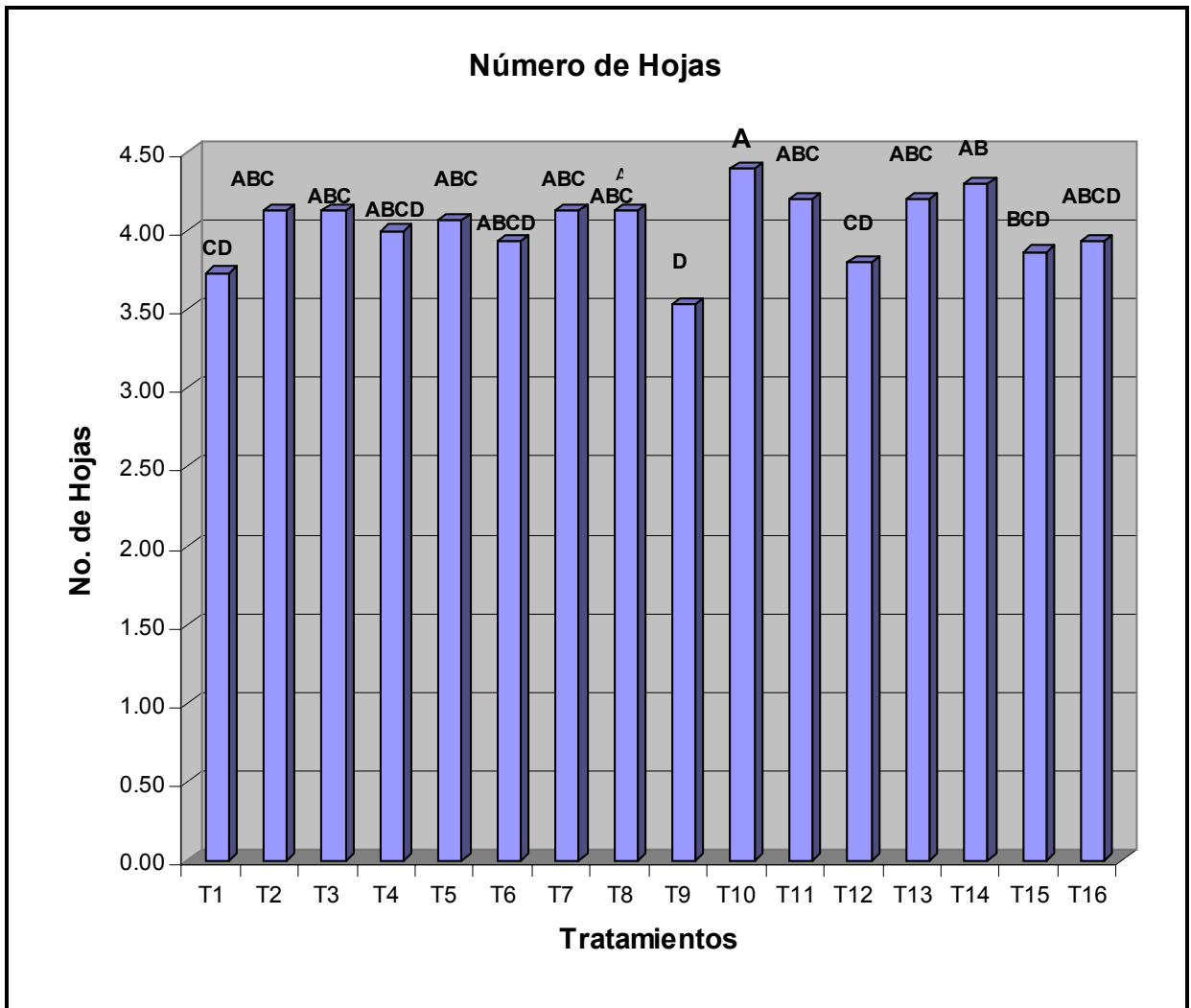


Figura 6.3 Numero de hojas verdaderas de las plántulas de tomate en mm.

### Longitud de Raíz

El análisis de varianza para longitud de raíz indico que existe alta Significancia entre los tratamientos (cuadro 6.1). Debido a esto se realizo la prueba de medias diferencia mínima significativa al 0.01, donde se pudo observar que en los

tratamientos T<sub>16</sub> y T<sub>14</sub> tuvieron una mejor respuesta con una longitud promedio de 62.39 y 53.86 mm. Respectivamente, el cual se puede observar en el cuadro 6.5.

Cuadro 6.5 Diferencia Mínima Significativa (DMS) para longitud de raíz en plantas de Tomate, variedad Río Grande por tratamiento

Tratamiento	Media	
16	62.399998	A
14	53.8667	AB
4	52.6667	ABC
13	50.3333	BC
6	50.1333	BC
7	49.6667	BC
8	48.4000	BC
10	48.3333	BC
15	47.3333	BC
2	47.3333	BC
12	45.6667	BCD
3	44.3333	BCD
9	43.2667	BCD
1	42.6667	CD
5	42.0000	CD
11	36.3333	D

Nivel De Significancia = 0.01

En la figura 6.4 se muestra gráficamente como la longitud de raíz fue mayor para el tratamiento 16 el cual consiste en la eliminación de la fertilización comercial y el agua de riego, en la cual se aplicó líquido de composta al 100% el cual contiene ácidos fúlvicos, lo cual concuerda con Sladky (1959) en su trabajo de investigación que los dichos ácidos incrementan la longitud de raíces de tomate.

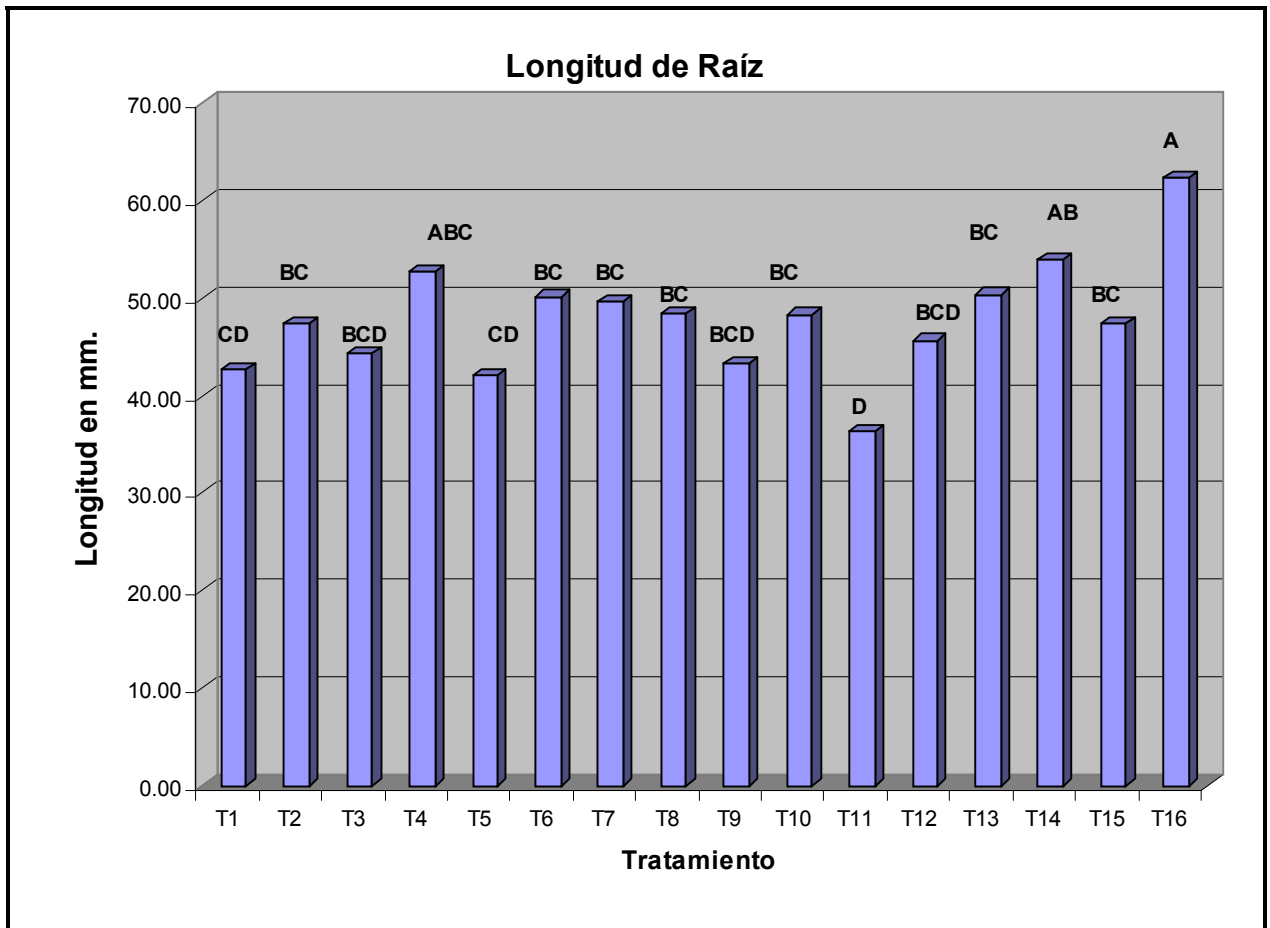


Figura 6.4 Longitud de Raíz de las plántulas de tomate en mm.

### Biomasa

El análisis de varianza para la biomasa indico alta Significancia (cuadro 6.1), con base en las diferencias detectadas entre tratamientos, se realizo la comparación de medias diferencia mínima significativa (DMS) al 0.01, en la cual observamos que el tratamiento mas sobresalientes es el tratamiento cuatro, el cual consiste en la fertilización completa eliminando el agua por el líquido de composta al 100%.

Cuadro 6.6 Diferencia Mínima Significativa (DMS) para la Biomasa en plantas de Tomate, variedad Río Grande por tratamiento.

Tratamiento	Medias	
4	12.6326	A
2	8.3200	B
10	7.6100	C
14	6.8873	D
13	6.8640	D
3	6.3467	E
7	5.9650	EF
5	5.7463	F
16	5.6533	FG
11	5.3190	G
8	4.8180	H
12	4.6497	HI
1	4.4797	HI
6	4.3693	I
15	3.3700	J
9	2.7737	K

Nivel De Significancia = 0.01

El tratamiento que menos peso de biomasa es el tratamiento nueve a diferencia del tratamiento cuatro se aplicó la fertilización completa con 50% de líquido de lombriz ( en el riego 50% de agua y 50% de líquido de lombriz) (figura 6.4), David *et al*, (1994) concuerda con las aplicaciones que los ácido fúlvico incrementan los pesos secos y frescos en plántulas de tomate, atribuidos al incremento en la permeabilidad de la membrana celular y efectos similares al de las Hormonas.

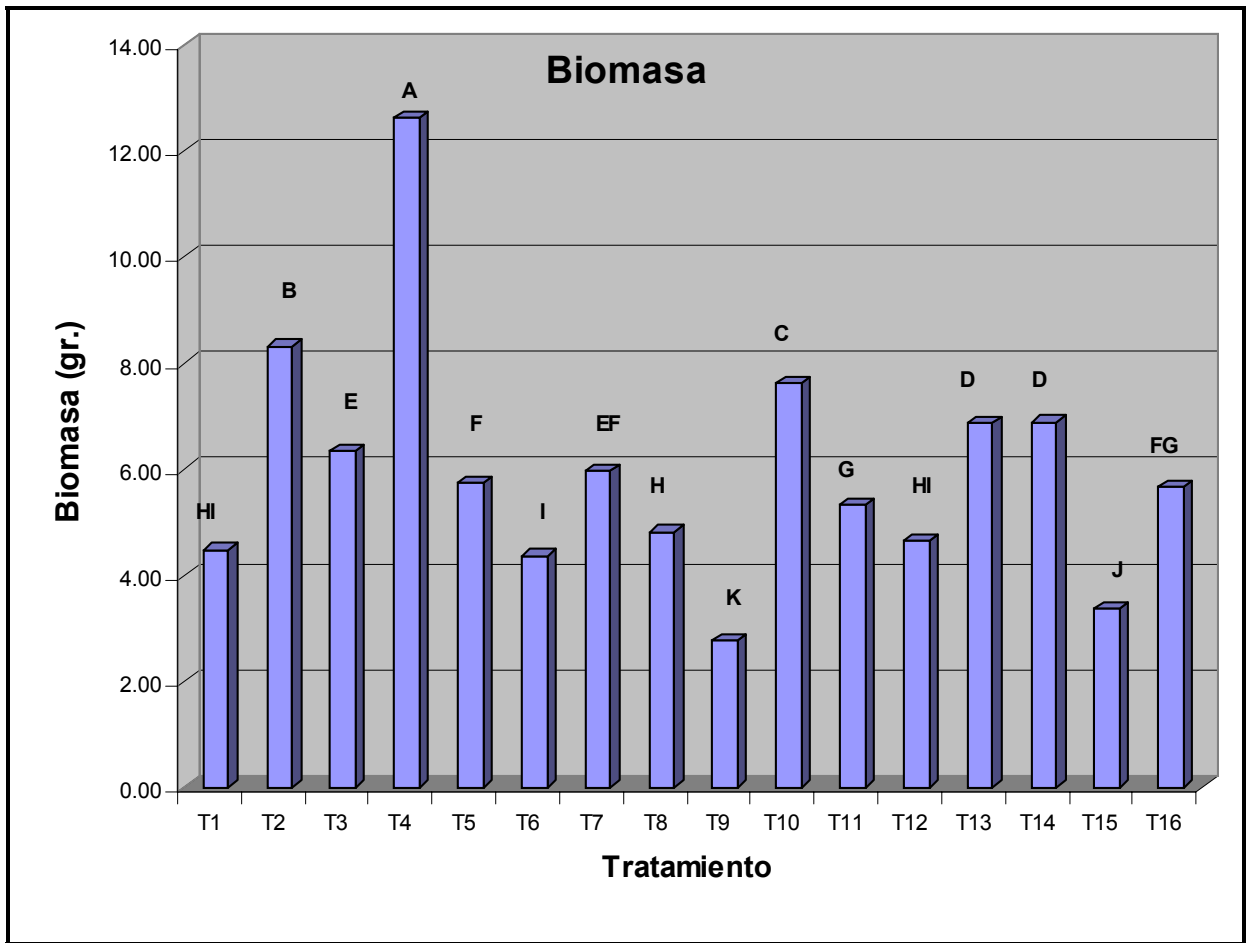


Figura 6.5 Biomasa de las plántulas de tomate en gr.

### Evaluación de plántulas

Para realizar la evaluación de las plántulas se analizaron comparándolas con las reglas que establece el ISTA. En el cuadro 6.6 se puede observar que los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>11</sub>, T<sub>13</sub> y T<sub>15</sub> son los que presentaron plántulas normales intactas y con ligeros defectos son los T<sub>9</sub> y T<sub>14</sub>.

Cuadro 6.7 Porcentaje de la evaluación de plantas normales, anormales y plantas con ligeros defectos en tomate.

Tratamiento	Plantas Normales (%)	Plantas Anormales (%)	Plantas con ligeros Defectos
T1	93.33	6.67	0
T2	93.33	6.67	0
T3	100	0	0
T4	100	0	0
T5	93.33	6.67	0
T6	100	0	0
T7	93.33	0	0
T8	100	0	0
T9	93.33	0	6.67
T10	100	0	0
T11	100	0	0
T12	93.33	6.67	0
T13	100	0	0
T14	93.33	0	6.67
T15	100	0	0
T16	93.33	6.67	0

Cabe mencionar que los defectos que se presentaron en las plántulas anormales fueron el ligero retorcimiento del tallo y la pérdida del ápice del crecimiento.

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

El efecto que mostró la aplicación de los ácidos húmicos y fúlvicos se vio reflejado en una mayor altura de planta, diámetro de tallo y biomasa donde el tratamiento 4 fue el mejor con 56.8% en altura de planta, 58.16% en diámetro de tallo y 35.46% de biomasa mas que el testigo.

La combinación de sustancias Húmicas de origen orgánico y fertilizantes permite una mejor nutrición que es reflejada en el crecimiento, desarrollo y mejor calidad de plántula.



## LITERATURA CITADA

- Ansorena, M. 1994. Sustratos, propiedades y características. Edición mundi-prensa. Madrid España.
- Bellapart, V. C. 1988. Agricultura Biológica en el equilibrio con la Agricultura Química. Edit. 1ª . Editorial Aedos. Barcelona, España.
- Cásseres, E. 1981. Producción de Hortalizas. 3a Edición. Ed. IICA. San José Costa Rica. 387p.
- Castilla Prados, N. 1995. Manejo del Cultivo Intensivo con Suelo. In El cultivo del tomate. F. Nuez, ed. Ediciones Mundi-Prensa, España. 189-225p.
- Chen, Y. And T. Aviad. 1990. Effect of humic substances on plant groth. In: humic substances in soil and crop sciences. "Selected readings". Eds. C. E. Mac Carthy, R. L. Clapp, P. Malcolm and P. R. Bloom, Wiscounsins, U. S. A. 161-186p.
- David, p. p / p. v. Nelson and D. A. Sanders. 1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. Journal of plant nutrition. 17(1): 173-184p.
- Deffis, C. A. 1991. La Basura es la Solución. Edit. CONCEPTO. México, D. F. 227p.
- FAO/WHO, 2001. <http://www.fao.or>
- Flores, A. J., 1993. Evaluación de los ácidos húmicos (Humiplex plus) a diferentes dosis en el desarrollo del cultivo de papa. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. 15-18p.
- GBM, 1997. Sustancias húmicas y fúlvicas.
- Gliessman. 2000. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agricultural. Lewis Publishers. E. U. A.
- Guminski S. 1968. Present-day views on physiological effects induced ung plant organisms by Soils, in Advances in Agronomy. Ed. D. L. Sparks, vol. 55: 219-263p.
- Hassell, R. 1994. El camino de la prosperidad comienza con transplantes sanos. Rev. Productores de Hortalizas. Año 3. No.5. 11 – 13 p.

Haug, R. T. 1997. Journal of Composting Recycling Biocycle. Feedstock's, Conditioning and Fire Prevention. U. S. A.

<http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4137S/y4137s03.htm#TopOfPage>

[http://www.puc.cl/sw\\_educ/hortalizas/html/tomate/tomate.html](http://www.puc.cl/sw_educ/hortalizas/html/tomate/tomate.html)

<http://www.terralia.com>

IFOAM, 2002 Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica

ISTA, 1993. International rules for seed testing. Rules, 1993. Seed Sci Technol 9: 697-683p.

Linehan, D. J. 1979. A comparison of the carboxylic acids extracted by Water from an agricultural top soil with those extracted by alkali. Journal of soil science. 369-378p.

Martínez, C. C. 1999. Potencial de la Lombricultura. Técnica Mexicana. Texcoco, Estado de México, México.

Narro, F. E. 1997. Nutrición y Sustancias húmicas en el cultivo de Papa. In: Foro de Investigación. Investigaciones en el cultivo de papa. U. A. A. N. Saltillo, Coahuila, México.

Narro, F. E. A. 1987. Física de suelos con enfoque agrícola. U. A. A. N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 13-18p.

Palomares, R. 1990. Revista Frutos; N. 12 años 4 C. N. P. N. México.

Ramírez G. M. M. 2003. Efecto de ácidos fúlvicos de origen orgánico en el crecimiento de plántulas de tomate, en Invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo. Coahuila. México.

SIAP. 2003. Servicios de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>

Sladky Z. 1959. The effect of extracted humus substances on growth of tomato plants. Biologia plantarum. 142-150p.

Stevenson, F. L., and Schnitzer, M. 1981. Transmission electron microscopy of extracted fulvic and humic acids. Soil Sci. 133: 197-185p.

Valadez L. A. 1998. Producción de Hortaliza. 2da Ed. Editorial Limusa. México.

Villalpando, G. R. L. 2002. Estudio de sustancias Humitas de origen orgánico en el crecimiento y desarrollo del tomate. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavistan Saltillo Coahuila. Buenavista, Saltillo. Coahuila. México.

## APÉNDICE

Análisis de varianza para la variable altura de planta, de plántulas de tomate, variedad Río Grande.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Tratamiento</b>	15	4244.875000	282.991669	27.2302	0.000
<b>Error</b>	32	332.562500	10.392578		
<b>Total</b>	47	4577.4375			

Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo, en plántulas de tomate, variedad Río Grande.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Tratamiento</b>	15	6.608795	0.440586	4.8528	0.000
<b>Error</b>	32	2.903273	0.090790		
<b>Total</b>	47	9.514069			

Análisis de varianza para la variable numero de hojas verdaderas, en plántula de tomate variedad Río Grande.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Tratamiento</b>	15	2.293213	0.152881	3.2760	0.003
<b>Error</b>	32	1.493347	0.046667		
<b>Total</b>	17	3.786560			

Análisis de varianza para la variable longitud de raíz, en plántulas de tomate variedad Río Grande.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Tratamiento</b>	15	1556.023438	103.734894	4.5452	0.000
<b>Error</b>	32	730.333936	22.822996		
<b>Total</b>	47	2286.359375			

Análisis de varianza para la variable peso de biomasa, en plántulas de tomate variedad Río Grande.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Tratamiento</b>	15	239.356201	15.957080	533.8250	0.000
<b>Error</b>	32	0.956543	0.029892		
<b>Total</b>	47	240.312744			