

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**DIVISION DE AGRONOMIA**



**Efecto de los ácidos húmicos en el crecimiento y desarrollo de plántula de  
tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo invernadero**

**Por:**

**FELIPE CASTILLO FRIAS**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Agosto de 2005**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**"ANTONIO NARRO"**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**Efecto de los ácidos húmicos en el crecimiento y desarrollo de plántula de  
tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo invernadero**

**TESIS**

Elaborada Por:

**FELIPE CASTILLO FRIAS**

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador, como requisito parcial  
para obtener el título de:

**INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA**

**APROBADA**

Presidente del jurado

Sinodal

\_\_\_\_\_  
Dr. Alfonso Reyes López

\_\_\_\_\_  
MC. Alfonso Rojas Duarte

Sinodal

Sinodal

\_\_\_\_\_  
MC. Humberto I. Macías H.

\_\_\_\_\_  
MC. Francisco J. Valdés Oyervides

\_\_\_\_\_  
MC. Arnoldo Oyervides García  
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Agosto de 2005

**DEDICATORIA**

***A Dios Nuestro Señor:***

Quien hizo posible tener lo maspreciado de mi vida “mis padres” y sobre todo por haberme iluminado el camino que he recorrido durante mi vida para cumplir mi sueño anhelado y continuar adelante. “gracias señor”

Con el mas profundo cariño, respeto y admiración ***A mis padres:***

*Sr. Joaquín Castillo Calvillo*  
*Sra. Rosa Maria Frías Mendoza*

Dedico este trabajo con gran amor y cariño a mis padres, que me dieron la vida y que me alientan para seguir adelante. Por su infinito amor y confianza que me tuvieron en cada instante de mi vida, por su inagotable lucha y esfuerzo que realizaron para brindarme la oportunidad de estudiar; tienen todo mi amor y respeto por ser los mejores padres y amigos, les reitero mi agradecimiento por darme la mejor de las herencias, una formación profesional, de la cual estaré agradecido toda mi vida. En especial a mi madrecita linda. “Gracias”. Que dios los bendiga.

***A mis hermanos:***

**Jesús**

**Sergio**

**Ángela**

**Rubén**

**Joaquín**

**Gaby**

Por todos los momentos que hemos vivido juntos y por brindarme su apoyo moral. A ellos mi cariño y a quienes les deseo lo mejor en la vida.

***A mis abuelitos:***

**Ramón Castillo (+)  
Sanjuana calvillo**

Por sus bendiciones y consejos que me han llevado por el camino del bien

***A mi tía:***

**Guillermina Castillo**

Con todo mi agradecimiento por su apoyo que siempre me brindo durante mi carrera y por ser parte fundamental para que nuestra familia este muy unida.

***A mis tíos:***

**José Mateo Frías**

**José Inés Castillo**

A ellos mi agradecimiento y respeto por el apoyo incondicional que nos brindan y por ser una parte importante de mi familia.

***A mis sobrinos :***

**Giovanni**

**Diego**

La nueva generación con todo el amor y cariño que se merecen, ya que con su sonrisa iluminan nuestro hogar.

## **AGRADECIMIENTOS**

**Gracias a dios** por fin he podido terminar una gran meta en mi vida personal, un sueño que pensé difícil de alcanzar pero que hoy es toda una realidad.

**A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”** por haber sido mi segunda casa y en ella haber podido terminar mi formación profesional y donde pase grandes momentos en mi vida. Gracias **MI “ALMA TERRA MATER”** por ser una institución noble que nos brinda un gran apoyo para lograr nuestros objetivos y alcanzar la meta con que llegamos todos aquí.

**Al Dr. Alfonso Reyes López** por brindarme la oportunidad de realizar esta investigación, así como su paciencia y comprensión para la culminación de este trabajo.

**Al MC. Alfonso Rojas Duarte** por su valiosa aportación y disposición que siempre mostró y por sus sugerencias para la buena presentación de este trabajo.

**Al MC. Humberto Macias Hernández** por su colaboración en el presente trabajo y por su amistad.

**Al MC. Francisco J. Oyervides** por la revisión de este trabajo y por formar parte del jurado.

**Al Ing. Francisco J. Alemán Granados** por su gran ayuda en el trabajo de campo, toma de datos y por su amistad.

**Al MC. Mildred Inna Flores Verastegui** por su gran colaboración y apoyo en lo que respecta a las actividades realizadas en el laboratorio y por su amistad.

**Al MC. Evangelina Rodríguez Salas** por su valiosa orientación en la realización de este trabajo, contando en todo momento con su apoyo y sus conocimientos tan valiosos.

**A Mario Flores Hernández** por haberme apoyado durante la realización de esta investigación en el trabajo de campo y toma de datos.

**A mis amigos.** Gustavo, López, Manuel, Meza, Cande, Neto, Ángel, José Luis, Elías, Cali, Lupita y Conchis por todos los momentos buenos y malos que pasamos y por su gran apoyo y amistad. Gracias

**A los ingenieros del departamento de Horticultura** y toda la gente que labora en el, ya que siempre me brindaron su apoyo durante mi formación como profesionalista.

**A mis compañeros de la generación XCVIII** por los momentos de alegría y angustias que pasamos juntos y por su apoyo que me brindaron en cualquier momento que los necesite durante mi estancia en la universidad.

**PARA HACER PRODUCIR ES NECESARIO  
SALIR DE LAS OFICINAS  
INTERNARSE EN EL CAMPO  
ENSUCIARSE LAS MANOS Y SUDAR.....”  
POR QUE ESTE “ES EL UNICO LENGUAJE QUE  
ENTIENDEN EL SUELO Y LAS PLANTAS**

*Dr. Norman E.*

# INDICE DE CONTENIDO

	<b>Pagina</b>
INDICE DE CUADROS.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	iv
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	3
Hipótesis.....	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Origen e historia.....	4
Características botánicas y taxonómicas.....	4
Requerimientos climáticos.....	5
Requerimientos edáficos y fertilización.....	6
Ambientes controlados.....	7
Producción de plántula.....	8
Las sustancias humicas.....	9
Generalidades de las sustancias humicas.....	9
Efecto de las sustancias humicas en las plantas.....	11
III.- MATERIALES Y METODOS.....	17
Localización del área experimental.....	17
Descripción del material experimental.....	17
Material de campo.....	17
Metodología.....	18
Control fitosanitario.....	18
Aplicación de ácidos humicos.....	18
Establecimiento del experimento.....	19
Descripción de los tratamientos.....	19
Diseño experimental.....	19
Variables evaluadas.....	20
Peso fresco total.....	20

Peso fresco de raíz.....	20
Peso seco total.....	20
Peso seco de raíz.....	20
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
Peso fresco total.....	21
Peso fresco de raíz.....	22
Peso seco total.....	24
Peso seco de raíz.....	25
V.- CONCLUSIONES.....	27
VI.- LITERATURA CITADA.....	28
VII.-APENDICE.....	31

## INDICE DE CUADROS

	<b>Pagina</b>
Cuadro No. 1 : Tratamientos y dosis evaluados en el experimento.....	19
Cuadro 1.A: Análisis de varianza para la variable Peso Fresco Total.....	32
Cuadro 2.A: Análisis de varianza para la variable Peso Fresco de Raíz.....	33
Cuadro 3.A: Análisis de varianza para la variable Peso Seco Total.....	34
Cuadro 4.A: Análisis de varianza para la variable Peso Seco de Raíz.....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pagina</b>
Figura 1. Efecto de los ácidos humicos sobre el Peso fresco total en tomate.....	22
Figura 2. Efecto de los ácidos humicos sobre el Peso fresco de raíz en tomate.....	23
Figura 3. Efecto de los ácidos humicos sobre el Peso seco total en tomate.....	25
Figura 4. Efecto de los ácidos humicos sobre el Peso seco de raíz en tomate.....	26

## INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) ocupa un lugar preponderante con relación al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel mundial, en menos de un siglo se ha convertido en un cultivo alimenticio importante. Entre los principales países productores de tomate, destacan China con una producción de 12,832.440 toneladas que representan el 15 % de la producción mundial, Estados Unidos 11,719.000, Turquía 7,250.000 con 14 y 9% respectivamente; seguido de Italia, Egipto, India, España, Brasil, Federación Rusa y Chile. Holanda es el principal exportador y Alemania es el principal importador. (Grain, 1998).

El tomate esta considerado como una de las especies horticolas mas importantes por la superficie sembrada, por su valor comercial y su consumo en fresco o procesado durante todo el año, es una rica fuente de vitaminas y minerales. Es por ello que es preciso crear nuevas técnicas que puedan asegurar la producción. Para el ciclo otoño - invierno de 2000 – 2001 en nuestro país se sembraron 40,400 ha de las cuales se cosecharon 27,700 ha obteniendo un rendimiento promedio de 30.7 ton/ha (SAGARPA, 2001).

Se considera que su cultivo es una fuente de ocupación de mano de obra, en la que se estima que se emplean aproximadamente 172 – 189 trabajadores para el cultivo de 75 mil hectáreas, lo cual representa un 3.3% de la población económicamente activa empleada en el sector agropecuario. Con esto se evidencia la importancia que reviste el cultivo de tomate para la generación de empleo en el mercado rural (Muñoz, et al. 1995).

Las sustancias humicas siendo un producto natural producido por métodos naturales y con un alto grado de efectividad en la planta se encuadran perfectamente dentro de la actual tendencia a reducir el uso de productos químicos y tóxicos que están afectando gravemente los mantos freáticos, es por ello que su utilización ayuda a la preservación del medio ambiente. Hoy en día hay un nuevo enfoque de producción importando no solo el incremento de los rendimientos, también resulta importante la calidad de los mismos, de ahí que actualmente se estén utilizando productos orgánicos para la nutrición. Las sustancias humicas como productos orgánicos han contribuido en la nutrición, calidad y mejoramiento de las características del suelo de ahí que el uso de sustancias humicas ha crecido en popularidad. Por lo tanto su uso esta enfocado como una fuente directa para el desarrollo de los cultivos y mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas del suelo.

Hernández (1998), menciona que el éxito en la producción de plántulas en invernadero demanda una estricta disciplina para cumplir con todas las normas en el proceso de producción. Algunas empresas han adoptado esta técnica que ha probado su eficiencia al disminuir costos de producción e incrementar los rendimientos.

Es por todo esto que debemos hacer conciencia en la manera de obtener una buena producción, siendo una solución la aplicación de sustancias humicas que estas incorporan nutrientes al suelo y además resultan de fácil disponibilidad y de bajo costo. Por tal razón se llevo acabo el presente trabajo con el siguiente:

### **OBJETIVO**

Determinar el efecto que tienen los ácidos humicos en el crecimiento y desarrollo de plántula de tomate.

### **HIPÓTESIS**

El uso de ácidos humicos favorecerá el crecimiento y desarrollo de plántula de tomate.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Origen e Historia

El tomate es una planta nativa de América tropical, cuyo origen se localiza en la región de los andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú) y donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres (Valadez, 1998).

## CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y TAXONOMICAS

### Características botánicas

El tomate es una planta de porte arbustivo que se cultiva como anual. La planta puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta y el crecimiento es limitado en las variedades indeterminadas pudiendo llegar, en estas últimas a 10 m en un año.

**Raíz:** el sistema radicular del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias. Una sección transversal de la raíz principal pone de manifiesto la existencia de tres zonas claramente diferenciadas: la epidermis, el córtex y el cilindro central o vascular. (Nuez, 1995).

**Hojas:** compuestas o imparipinada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en numero de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo (Infoagro. 1999).

**Flor:** es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o mas sépalos, 5 pétalos de color amarillo y dispuestas de forma helicoidal a intervalos de 135°, de igual numero de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de 2 a 14 flores(Infoagro, 1999).

**Fruto:** es una baya de forma globular, ovoide cuyo peso oscila según las variedades, entre 5 y 500 gr. esta constituido por pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es deseable la presencia de parte del pedicelo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

### **Requerimientos climáticos**

El tomate es una hortaliza de clima cálido que no tolera heladas. El rango de temperatura del suelo debe ser de 12 °C a 16 °C (mínima 10 °C y máxima de 30 °C) y la temperatura ambiente para su desarrollo de 21 °C a 24 °C, siendo la optima de 22 °C, la temperatura optima para la maduración del fruto es de 18 °C a 24 °C (Valadez, 1998).

La humedad influye sobre el crecimiento de los tejidos, transpiración, fecundación de las flores, siendo preferibles humedades medias no superiores al 50 % y suelos con buen drenaje.

La luminosidad tiene una gran influencia tanto en la fotosíntesis como sobre el fotoperiodismo, crecimiento de los tejidos, floración y maduración de los frutos.

Leskovar (2001), menciona que la planta controla su temperatura mediante la transpiración de, disipando hasta un 50 por ciento de la energía que absorbe. Todas las especies responden a un rango de temperatura, dado que las reacciones bioquímicas están controladas por enzimas sensitivas al calor.

### **Requerimientos edáficos y fertilización**

El tomate esta considerado como una hortaliza tolerante a la acidez, con valores de pH de 6.8 – 5.0. en lo referente a la salinidad, se clasifica como medianamente tolerante, teniendo valores máximos de 6400 ppm (Valadez, 1998).

Rodríguez et al.,(1997) respecto a los suelos, el tomate no es una planta especialmente exigente, creciendo en las mas variadas condiciones y aunque prefiere suelos profundos y con buen drenaje su sistema radicular poco profundo le permite adaptarse a los suelos pobres y de poca profundidad con tal de que tenga asegurado un buen drenaje.

En cuanto a la fertilización se puede decir que cada región tiene sus dosis óptimas definidas; por ejemplo. En Sinaloa se recomienda la fórmula de 400-350-200, en el Bajío 140-80-00, en Morelos 150-90-00, y en Veracruz 100-80-00; el fertilizante puede aplicarse manualmente o con maquinaria poniéndole al momento del trasplante todo el P y K y 1/3 de N, o 1/3 de N a la mitad de la floración y el último 1/3 de N más o menos al 15° corte (Valadez, 1998).

### **Ambientes controlados**

En la actualidad se desarrollan a escala mundial un total de 330,000 hectáreas bajo condiciones de invernadero para la producción de diversas especies hortícolas. Los cultivos más comúnmente desarrollados bajo invernadero son tomates, pepinos, chiles, melones, lechuga, espinaca y calabacita (Gálvez, 1999; Agroguías, 1999c). En México, Bringas (1998) reporta 250 has, distribuidas principalmente en 11 empresas y en los estados de Sinaloa, B.C. Sur, B.C. Norte, Jalisco, Sonora, Durango, Querétaro y Nuevo León. El cultivo de tomate y pimientos ocupan un 80 % y un 20 % con pepino, berenjenas y melones. En ese sentido, la tecnología de los plásticos agrícolas ha evolucionado considerablemente en los últimos diez años, la producción hortícola bajo plástico está alcanzando ya cierta importancia y dicho sistema de cultivo se ha extendiendo; ocasionando que la industria haya creado un nuevo sistema de explotación que abre un panorama económico pleno de posibilidades para la horticultura (Gálvez, 1999).

Las ventajas del empleo de los invernaderos son: posibilidad de obtener mas de un ciclo de cultivo al año, precocidad en los frutos, producción fuera de época, aumento en la calidad y rendimiento, ahorro de agua y de fertilizantes, mejora en el control de insectos y enfermedades (Guzmán y Sánchez, 2000).

En los invernaderos se cultiva todo el año de manera que representan una solución para aquellos productores que siembran solo cultivos de temporada y no tienen ocupación cuando no están cultivando. Una hectárea de invernadero puede dar empleo hasta 15 jornales si en las labores se incluye el empaque y contando con un sistema técnicamente eficiente, como lo es el riego por goteo. Así se obtendrán mayores rendimientos y mejor calidad en las cosechas (Barr, 1998).

### Producción de plántula

La producción de plántulas en invernadero para trasplante crece y se populariza rápidamente. La tradición siembra directa esta siendo sustituida por el trasplante de plántulas de invernadero, que ha probado su eficiencia al disminuir los costos de producción e incrementar los rendimientos de las cosechas (Gómez, 1998).

Se citan cuatro principales razones:

El alto costo de las variedades de semillas híbridas para hortalizas

Mejor control contra plagas y enfermedades

Mejores rendimientos

Ahorro de tiempo a la cosecha

## **LAS SUSTANCIAS HUMICAS**

### Generalidades de las sustancias humicas

Narro (1996) y Jackson (1997) sostiene que desde hace miles de años se conocen las bondades del uso de la materia orgánica en los suelos agrícolas, en apoyo a la producción de cultivos, pero fue hasta el siglo XVII cuando se reconoció la importancia de las sustancias humicas, las que describe como compuestos orgánicos de color marrón y amarillo que se extraen de diferentes materiales. Esto genera problemas de comunicación en el campo de las sustancias humicas, en la carencia de definiciones precisas o bien de especificaciones ambiguas por algunos científicos del suelo como sinónimo de materia orgánica del suelo, incluyendo sustancias humicas.

La materia orgánica del suelo (MOS), es la suma de todas las sustancias orgánicas que contienen carbón. Química y físicamente, consiste de una mezcla de residuos de plantas y animales en varios estados de descomposición, sustancias sintetizadas microbiológica y/o químicamente de productos desmenuzados y de cuerpos vivos y muertos de microorganismos y pequeños animales que permanecen descompuestos (Schnitzer y Khan, 1972; y Schnitzer, 1995).

De acuerdo a su estado de descomposición, la materia orgánica del suelo puede clasificarse en tres categorías: seres vivos, hojarasca y humus. Narro (1996), agrega que en la práctica; los límites entre estas categorías no son diferentes con claridad, por lo que esta clasificación puede catalogarse como conceptual.

Dentro de todas las características, la mas importante, tal vez, es la presencia de los grupos funcionales libres, ya que de ellos depende el accionar de los compuestos humicos en : mejorar la propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y en la nutrición y fisiología vegetal (Sorge et al., 1993 y Schnitzer, 1991 y 2000).

Sifuentes (1995), divide la materia orgánica en dos grupos: sustancias no humicas y sustancias humicas. Las primeras incluyen compuestos simples de estructuras conocidas como carbohidratos, proteínas, pépticos, aminoácidos, grasas, ceras, resinas, pigmentos y otras sustancias orgánicas de bajo peso molecular; las segundas son complejas, hidrofílicas, ácidas y polidispersas, de rango de peso molecular de varios cientos hasta miles.

Con lo anterior nos queda bien establecido que la materia orgánica del suelo es la expresión que totaliza los componentes orgánicos presentes en el suelo y que el humus es la parte de esa totalización, es decir, que puede existir materia orgánica en el suelo y ausencia de materia orgánica.

Cepeda (1991), y Narro (1997), describe que las principales sustancias humicas son: los ácidos humicos, fulvicos y hamatomelanico; que poseen grupos funcionales, energía y nutrimentos que al aplicarse a los suelos y las plantas estimulan el crecimiento vegetal. Agregan que la aplicación de sustancias humicas permitió reducir las dosis de varios agroquímicos al incrementar la eficiencia de su asimilación, transporte y metabolismo.

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 (30,000 Kda), 62 % de carbón y 30% de oxígeno.

Las sustancias húmicas y fulvicas forman un sistema estrechamente relacionado, pero no idéntico por completo. De acuerdo con esto las diferencias entre los ácidos y húmicos y fulvicos pueden ser explicados por variación de la polimerización.

Los ácidos húmicos y fulvicos, son el resultado de la descomposición de residuos de origen vegetal o animal (Mac Carthy et al., 1990), a los cuales se les atribuyen las propiedades de mejorar las estructuras del suelo, aumentar la capacidad de retención de agua, evitar la retrogradación de los cationes del suelo y desbloquear sus elementos minerales, fijar los abonos disminuyendo su pérdida por lixiviación, activar la flora microbiana, estimular la germinación, favorecer el desarrollo del sistema radical y facilitar la absorción de nutrientes con el aumento de la permeabilidad celular (Chen y Aviad, 1990).

#### Efecto de las sustancias húmicas en las plantas

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 trasplantes, mayor expansión foliar e incremento del sistema radical.

Chen y Aviad (1990), condujeron un ensayo con el fin de evaluar los efectos de aplicaciones foliares de soluciones nutritivas con adición de sustancias humicas en raíces y tallos. Reportan que cuando las plantas de tomate fueron asperjadas con una solución de 300 ppm de ácidos humicos, los pesos seco y fresco de los tallos se incrementaron, encuentran también que altas concentraciones inhibieron el desarrollo y causaron deformaciones en las hojas. Igualmente mencionan ácidos humicos y fulvicos pueden estimular el desarrollo de los tallos de varias plantas cuando son aplicadas en aspersiones foliares en concentraciones que van de 50 a 300 ppm o bien en soluciones nutritivas de 25 a 300 ppm, agregan que los efectos estimulantes de desarrollo de tallos, usualmente se correlacionan a la respuesta de la raíz independientemente del modo de aplicación.

Las sustancias humicas tienen mayores efectos sobre las raíces que sobre las partes aéreas, además, se ha observado que generalmente hay un estímulo del crecimiento radical y un mejoramiento de la iniciación de raíces. (Chen y Aviad, 1990).

La adición de ácidos humicos en suelos arcillosos reduce la fijación de potasio, incrementando el contenido de este en forma extractable y su absorción por parte de las plantas (Olk y Cassman, 1995).

Ramírez (2001) aplicó ácidos humicos con dosis de 0.6 ml/l de agua obtuvo incremento en cuanto a longitud de vástago donde obtuvo que el experimento con mayor longitud fue el tratamiento con aplicación de ácidos humicos provenientes de leonardita con un promedio de 102.6 cm por planta.

El efecto de las sustancias humicas eleva la actividad de los fermentos sintetizantes, en especial la endolasa y sacarosa, lo que conduce a la acumulación de carbohidratos en las plantas. Esto está relacionado con la elevación de la presión osmótica de la planta, que contribuye a una mayor resistencia al marchitamiento en los periodos de sequedad en el aire. Además establece que la participación de estas sustancias humicas activa los procesos fisiológicos y bioquímicas de las plantas.

Señala que dosis bajas de dichas sustancias contribuyen a la elevación de la intensidad de respiración, metabolismo y crecimiento de los organismos vegetales (Reyna, 1996).

Isaki (1995), estableció una investigación en el cultivo de papa (*solanum tuberosum*) y rábano (*Raphanus sativus*) para evaluar la respuesta a la aplicación de ácidos humicos comerciales y fertilizantes químicos sintéticos. Encontró que Humiplex 60 (producto comercial) aplicado a 120 Kg. h<sup>-1</sup> mejoró las condiciones del cultivo, mientras que repercutieron en el rendimiento.

Chen y Aviad (1990), sostienen que las sustancias humicas de varios orígenes mejoran el crecimiento radical y la elongación de la estructura foliar, ya sea mezclados en soluciones nutritivas o aplicados por vía foliar.

Adani *et al.*, (1998), evaluaron los efectos de los ácidos húmicos sobre el desarrollo y nutrición del cultivo de tomate a concentraciones de 20 y 50 ppm. Encontrando que el desarrollo de las plantas fue estimulado en ambas concentraciones.

Los ácidos húmicos pueden estimular o inhibir el crecimiento en plantas de tomate, dependiendo de las concentraciones utilizadas y frecuencia de las aplicaciones (Bohme *et al.*, 1997).

Chen y Aviad (1990), sostienen que los estudios de los efectos de las sustancias húmicas sobre el desarrollo vegetal bajo condiciones de adecuada nutrición vegetal, muestran consistentes resultados positivos sobre la biomasa de la planta. La estimulación del crecimiento de la raíz es generalmente mas aparente que la estimulación del crecimiento del tallo. La típica respuesta muestra incrementos en el crecimiento a medida que se incrementa la concentración de sustancias húmicas, sin embargo, la magnitud de la respuesta del crecimiento es menor, así mismo encontraron que las aplicaciones foliares pueden mejorar tanto el crecimiento de la raíz como el crecimiento del tallo. Agregan también que los efectos estimulantes de las sustancias húmicas han sido correlacionadas con la absorción de macronutrientes. Estas pueden formar complejos de cationes metálicos, resultando un mejoramiento en la absorción.

Los ácidos húmicos y fúlvicos tienen un buen efecto positivo sobre la capacidad de sostenimiento del agua en el suelo. Estas sustancias húmicas también permiten la reducción en el abastecimiento de agua en su membrana muy delgada siendo más fácil la liberación durante condiciones de sequía, y así es disponible para las raíces de las plantas ( Jackson, 1997).

Narro (1996), describe que los principales efectos de sustancias húmicas sobre características de muchas plantas cultivadas son:

- ❖ Estimula la división celular y el desarrollo de meristemos
- ❖ Incrementa la permeabilidad de las membranas vegetales
- ❖ Incrementa la asimilación de nutrimentos en la planta por la vía radical y foliar
- ❖ Acelera la fotosíntesis total y neta y la respiración
- ❖ Actúa como regulador de crecimiento
- ❖ Estimula el proceso de utilización de nutrimentos
- ❖ Incrementa respiración y actividad oxidativa de las raíces
- ❖ Se incrementa el rendimiento
- ❖ Se presenta un adelanto en la cosecha
- ❖ Se mejora la calidad del producto cosechado

El efecto de ácidos húmicos a concentraciones de 0, 640, 1280 y 2560 ppm en solución nutritiva bajo invernadero fueron evaluadas sobre crecimiento y absorción de nutrientes en plantas de tomate. La dosis de 1280 ppm produjo aumentos importantes en la asimilación de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn y Zn, en hojas. También incremento la acumulación de N, Ca, Fe, Zn y Cu en raíces. Peso seco y fresco también se incrementaron (David *et al.*, 1994).

GBM (1992), Menciona que los ácidos húmicos estimulan el crecimiento y desarrollo vegetal, debido al equilibrio nutricional y hormonal que se obtiene con su aplicación

Rosales (1992), las sustancias húmicas tienen efectos fisiológicos que ayudan a un desarrollo temprano de las plantas, recuperación del estrés debido al trasplante, mayor expansión foliar e incremento del sistema radicular.

Sifuentes (1995), reporta que en su trabajo de investigación aplicaciones de ácidos húmicos y elementos menores en el cultivo de la papa, que el tratamiento al que se le aplicó un alto nivel de ácido húmico 8160 Kg./ha) y los niveles medios de (7 Kg./ha), Zn (10 Kg./ha) y Mn (5 Kg./ha), se presentó la mayor producción de tubérculos totales a los 75 días después de la siembra.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Localización del área experimental**

La presente investigación se realizó durante los meses de agosto a noviembre del 2004, bajo condiciones de invernadero ubicado en el área experimental del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Buenavista, Saltillo Coahuila, localizada a 25° 22’ Latitud Norte y 100° 47’ Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, con una altitud de 1743 msnm.

### **Descripción del material experimental**

El material genético empleado fue de la variedad “Riío Grande” de hábito de crecimiento determinado, que se caracteriza por ser de tamaño y forma uniforme; su adaptación comprende desde México (Baja California), Centroamérica, Sudamérica y el Caribe (Petoseed, 1995). El suelo utilizado para el presente experimento fue del terreno llamado “el bajío” de la UAAAN.

### **Material de campo**

- 48 botes de 20 lts.
- Ácidos húmicos (GBM – 058 – 4)
- Híbrido “Riío Grande”
- Dos tanques de 200 lts.
- Probeta graduada
- Balanza semianalítica
- Estufa
- Invernadero
- Bomba aspersora

## **Metodología**

Las plántulas fueron obtenidas de la siembra de dicho cultivar en charolas de 200 cavidades sembrando una semilla por cavidad, utilizando perlita como sustrato. El trasplante se realizó cuando las plantas tenían cuatro hojas verdaderas en macetas de plástico de 20 litros, se colocó una planta en cada una de las 48 macetas (unidades experimentales) a una separación entre ellas de 0.30 m y entre líneas a 0.80 m correspondiendo una densidad de población de 41,625 plantas/ha.

## **Control fitosanitario**

Cabe mencionar que en la realización de este trabajo se presentaron algunos problemas de plagas como mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), la cual se controló con la aplicación del insecticida: Confidor a razón de 1cc/litro de agua.

## Aplicación de ácidos húmicos

Para evaluar el efecto que tienen los ácidos húmicos en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate se aplicaron diferentes dosis de ácidos húmicos y un testigo sin aplicar. La aplicación de los tratamientos empezó el día 20 de septiembre del 2004, aplicando 1 litro de agua de solución por maceta de acuerdo a cada tratamiento, las aplicaciones se realizaban cada 8 días hasta completar cuatro y los riegos cada tercer día o cada vez que la planta lo necesitaba.

## **Establecimiento del experimento**

### Descripción de los tratamientos

Se aplicaron 3 tratamientos y un testigo sin aplicación de ácidos húmicos, obteniendo 4 tratamientos con 12 repeticiones por tratamiento sumando un total de 48 unidades experimentales los cuales se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro No. 1 : Tratamientos y dosis evaluados en el experimento.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis/ lt. De agua</b>
1	0.2 ml AH/ lt. de agua
2	0.4 ml AH/ lt. de agua
3	0.6 ml AH/ lt. de agua
4	(Testigo) Sin aplicar

AH: Ácidos Húmicos

### Diseño experimental

El trabajo fue establecido en un diseño completamente al azar en el que se utilizaron 4 tratamientos y 12 repeticiones por tratamiento, en donde se evaluaron 10 plantas por tratamiento. Analizado con el paquete estadístico de la Universidad Autónoma de Nuevo León, además la prueba de comparación de medias D.M.S. con un nivel de significancia del 0.05.

## **Variables evaluadas**

### Peso fresco total

Para llevar acabo esta evaluación se corto la planta cuando se termino de aplicar la solución y posteriormente se midió el peso de cada una de ellas en una balanza semianalitica.

### Peso fresco de raíz

Para la evaluación de esta variable se realizo cuando se termino de hacer las aplicaciones, las cuales se obtuvieron al desmoronar la tierra y extrayéndolas y posteriormente se pesaron en una balanza semianalitica.

### Peso seco total

Se obtuvo colocando la planta completa dentro de bolsas de papel estraza, se metieron en la estufa marca Lindberg a 70 °C por un periodo de 48 hrs. Posteriormente se les determino el peso (g) en una balanza electrónica.

### Peso seco de raíz

Para llevar a cabo esto, las raíces se tuvieron que meter a una estufa durante 24 horas, a una temperatura de 70 °C, una vez secada se procedió a pesar en una balanza semianalitica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Peso fresco total**

El análisis de varianza para el peso fresco total muestra que hay diferencia altamente significativa entre los tratamientos (Cuadro 1.A). Para observar la tendencia del peso fresco total por efecto de las dosis aplicadas (Figura 1) donde se puede observar que el tratamiento 4 (Testigo) fue el que menor peso obtuvo, en cambio el mejor tratamiento fue el 1 (0.2 ml AH) seguido por el tratamiento 2 (0.4 ml AH) superando al testigo en un 75.76 y 39.90% respectivamente. Así mismo se ve claramente que a medida que aumentan las dosis los pesos tienden a bajar. Esto concuerda con lo planteado por Lulakis (1995) quien menciona que las sustancias húmicas (ácidos húmicos y fulvicos en una solución sodica ) extraídos de plantas de uva, utilizados en la germinación y crecimiento de tomate son benéficas en el desarrollo y crecimiento de las plantas a concentraciones de (100 a 300 ppm) pero son inhibitoras a concentraciones altas (1000 – 2000 ppm).

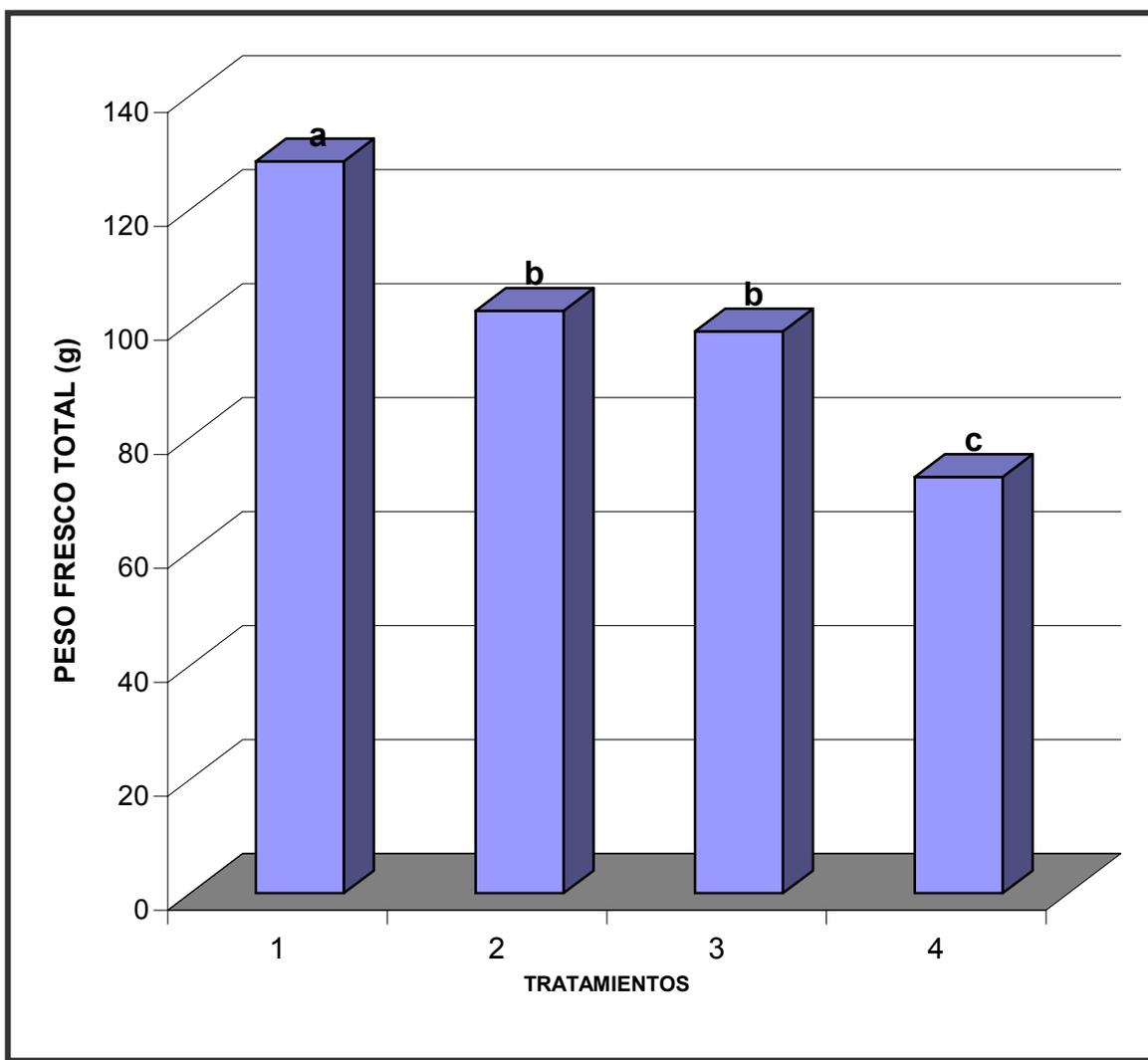


Figura 1. Efecto de los ácidos humicos sobre el peso fresco total en tomate

### **Peso fresco de raíz**

De acuerdo al análisis de varianza nos indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos como se muestra en el (Cuadro 2.A). es decir que entre ellos son estadísticamente iguales.

Sin embargo, para estudiar la tendencia de los tratamientos en la (Figura 2) se observa que en general con la aplicación de ácidos húmicos se incrementa el peso fresco de raíz en plantas de tomate. Al efectuar la comparación de medias el tratamiento 3 (0.6 ml de AH) fue superior numéricamente a los demás tratamientos, superando al testigo con un 23.69%. Esto concuerda con lo citado por (Bohme et al., 1997), quienes mencionan que los ácidos húmicos pueden estimular o inhibir el crecimiento en plantas de tomate, dependiendo de las concentraciones utilizadas y frecuencia de las aplicaciones.

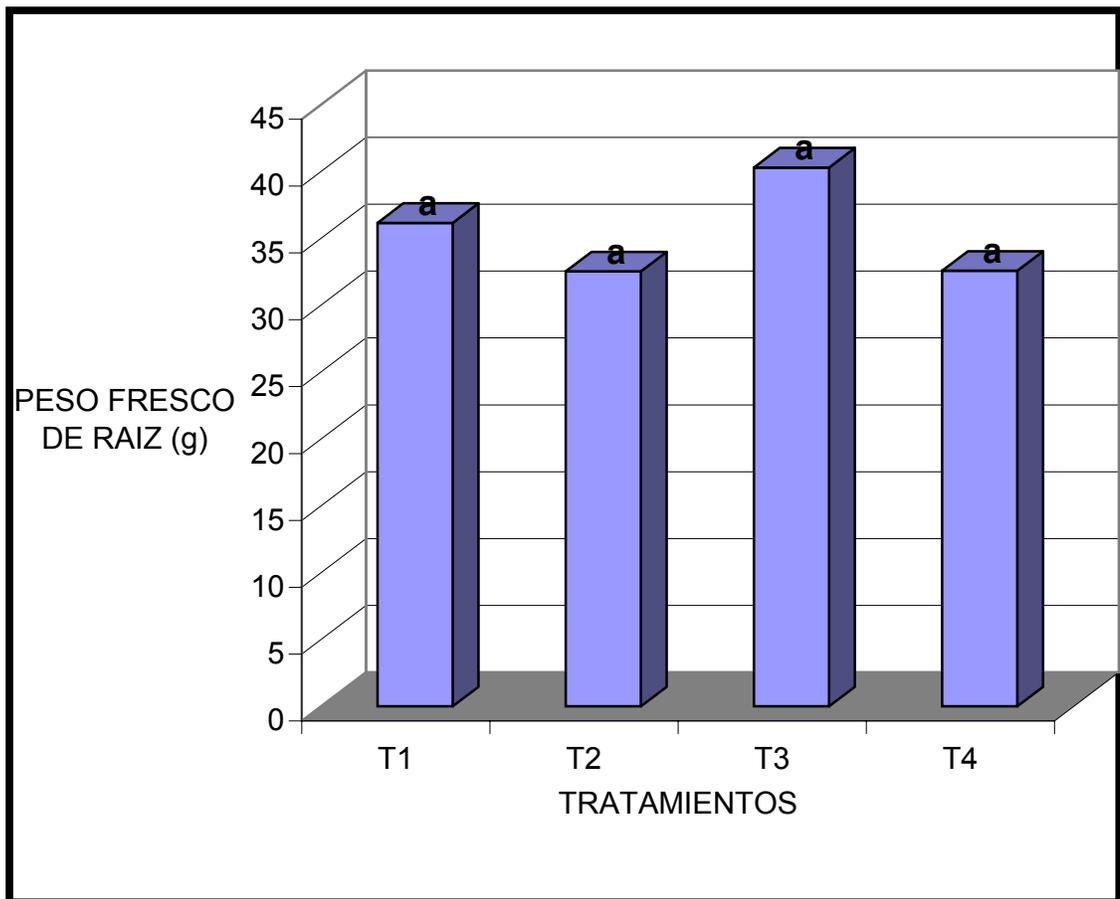


Figura 2. Efecto de los ácidos húmicos sobre el peso fresco de raíz en tomate

### **Peso seco total**

En la variable peso seco total (PST) el tomate presento una respuesta altamente significativa tal como se muestra en el (Cuadro 3.A). La (Figura 3) nos muestra que el mejor resultado es el tratamiento 3 (0.6 ml de AH) quien supero ampliamente a los demás tratamientos obteniendo 18.38 g. En comparación con el testigo quien obtuvo 14.16 g. Esto concuerda con lo citado por Chen y Aviad (1990), condujeron un ensayo con el fin de evaluar los efectos de aplicaciones foliares de soluciones nutritivas con adición de sustancias humicas en raíces y tallos. Reportan que cuando las plantas de tomate fueron asperjadas con una solución de 300 ppm de ácidos humicos, los pesos seco y fresco de los tallos se incrementaron, encuentran también que altas concentraciones inhibieron el desarrollo y causaron deformaciones en las hojas. Igualmente mencionan ácidos humicos y fulvicos pueden estimular el desarrollo de los tallos de varias plantas cuando son aplicadas en aspersiones foliares en concentraciones que van de 50 a 300 ppm o bien en soluciones nutritivas de 25 a 300 ppm, agregan que los efectos estimulantes de desarrollo de tallos, usualmente se correlacionan a la respuesta de la raíz independientemente del modo de aplicación.

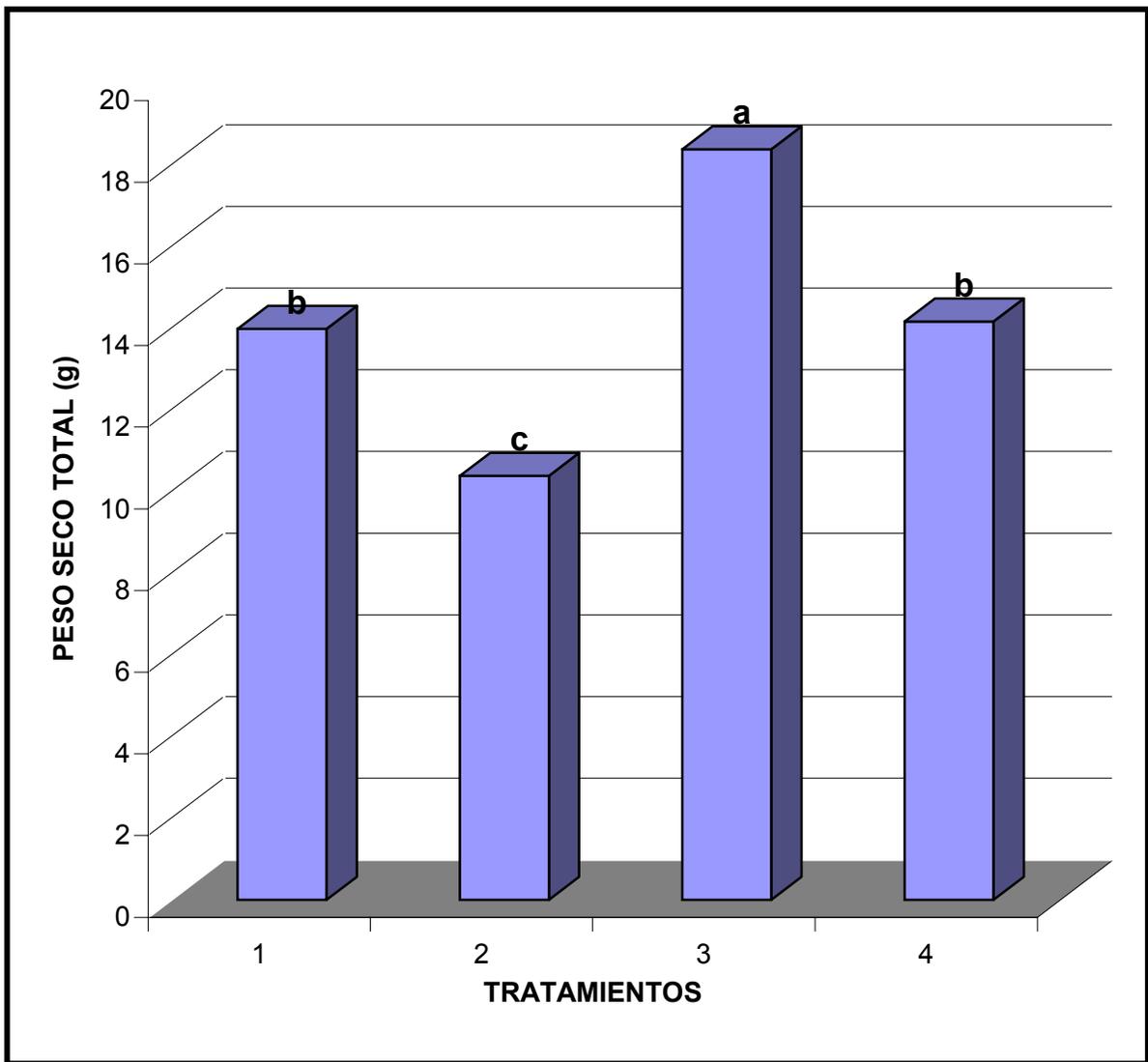


Figura 3. Efecto de los ácidos humicos sobre el peso seco total en tomate

### Peso seco de raíz

De acuerdo al análisis de varianza se encontró que no existieron diferencias significativas para esta variable (Cuadro 4.A). No obstante al realizar la comparación de medias se observa que el tratamiento 1 (0.2 ml de AH) y el tratamiento 3 (0.6 ml de AH) obtuvieron 7.84 g. y 7.43 g. de peso seco respectivamente superando al testigo (5.45g.) en un 43.85 y 36.33%.

Esto concuerda con lo citado por (David *et al.*, 1994) quienes mencionan que el efecto de ácidos húmicos a concentraciones de 0, 640, 1280 y 2560 ppm en solución nutritiva bajo invernadero fueron evaluadas sobre crecimiento y absorción de nutrientes en plantas de tomate. La dosis de 1280 ppm produjo aumentos importantes en la asimilación de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn y Zn, en hojas. También incremento la acumulación de N, Ca, Fe, Zn y Cu en raíces. Peso seco y fresco también se incrementaron.

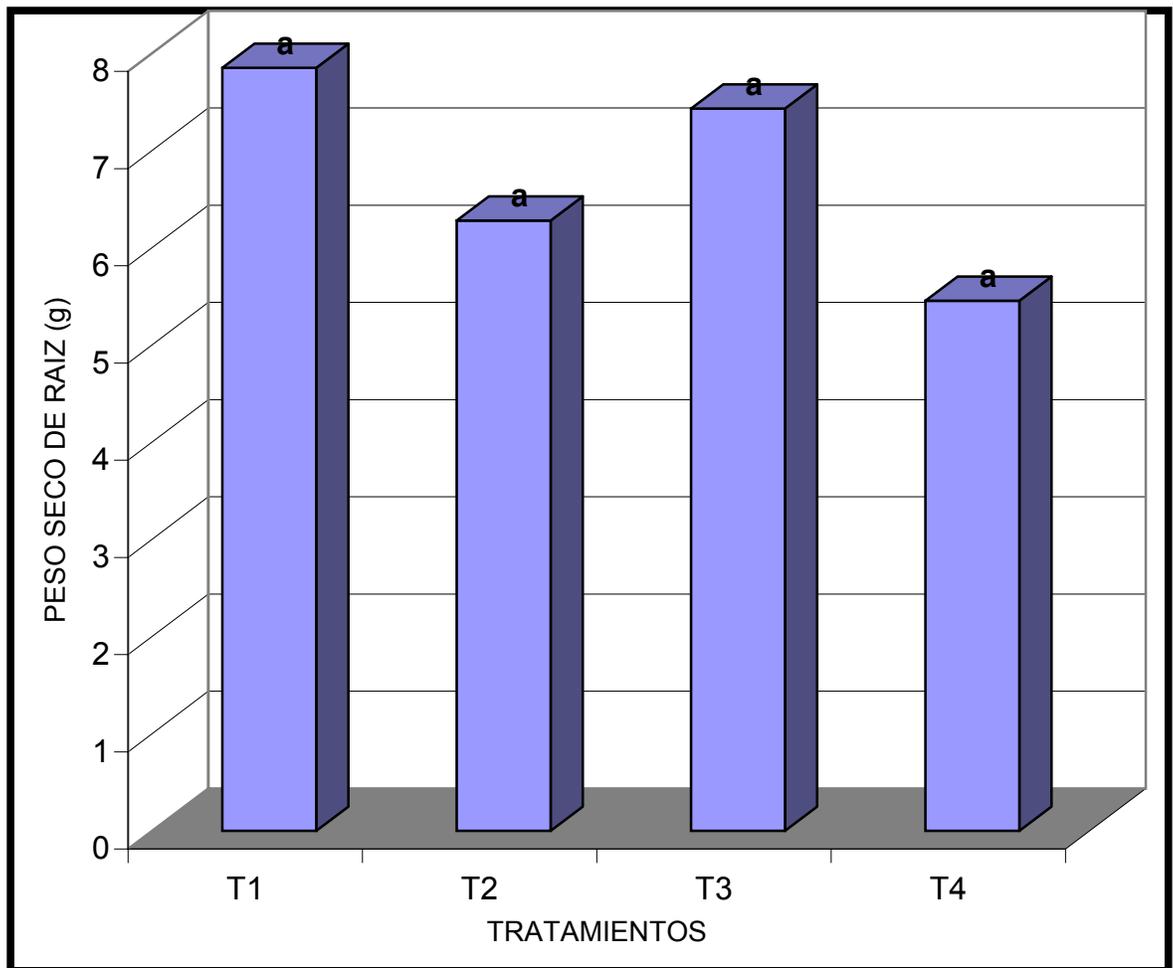


Figura 4. Efecto de los ácidos húmicos sobre el peso seco de raíz en tomate

## CONCLUSIONES

La aplicación de ácidos húmicos tienen efectos favorables en el crecimiento y desarrollo de tomate.

En las variables evaluadas de crecimiento y desarrollo del cultivo los mejores tratamientos fueron el 1 (0.2 ml AH) y el 3 (0.6 ml AH). Incrementando tanto sistema radicular como biomasa de la planta.

El tratamiento testigo fue uno de los tratamientos de bajo comportamiento en las variables como peso seco de raíz y peso fresco total.

Dosis bajas de ácidos húmicos aplicadas al cultivo de tomate tienen efecto positivo en el incremento de raíces y mayor expansión foliar.

## LITERATURA CITADA

- Adani, F; P. Genevini; P. Zaccheo and G. Zocchi, 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of Plant Nutrition*. 21 (3): 561-575.
- Barr, H. S. 1998. Invernaderos; la solución para producir todo el año. *Revista Hortalizas, Frutas y Flores*. Abril. Pp. 7-11.
- Bohme, M; T. Hoang; T. L. Hoang and R. U. Roeber, 1997. Influence of mineral and organ treatments in the rhizosphere on the grown of tomato plant. *Acta-horticulturae*. 450: 161-168.
- Bringas, L.. 1998. Tiempos de invernadero. *Revista Productores de hortalizas*. Publicación periódica. Agosto. pp. 32-35.
- Chen, Y. and T. Aviad, 1990. Effects of humic substances on plant growth; contribution from Seagram center of soil and water sciences. In "Humic substances in soil crop sciences: Selected readings", MacCarthy, C. E.; R. L. Clapp; Malcom and P. R. Bloom (eds) *Sci. Soc. Am. Inc., Madison Wisconsin, U. S. A.* pp. 161-182.
- David, P. P; P. V. Nelson and D. C. Sanders, 1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal of plant nutrition*. 17 (1): 173-184.
- Flores, A. J., 1993. Evaluación de los ácidos húmicos (Humiplex Plus) a diferentes dosis en el desarrollo del cultivo de la papa (*Solanum Tuberosum*) Vr. Atlantic en la región de Galeana, N.L. Tesis de licenciatura, UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. pp. 15-18.
- Gálvez, L.J. 1999. Producción bajo invernadero. *Revista Productores de Hortalizas*. Publicación periódica. Agosto. pp. 14-21.
- Gómez, B. J. G. 1998. Insumos de calidad: plántulas de calidad. *Rev. Productores de Hortalizas, Frutas y Flores*. Publicación periódica. Abril 1998. pp. 22-24.
- Grain., T.1998.Los tomates: el mundo los aprecia y los multinacionales los codician. *Revista Biodiversidad* 15 (3) 12 – 16. E.U.A.
- Guzmán, P.M. y A. Sánchez. 2000. Sistema de explotación y tecnología de producción. En: *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. Guadalajara, Jal., México. pp. 64-94.

Hernández, H. M. J. 1998. Producción de plántulas de cuatro especies hortícolas utilizando el sistema de flotación de soluciones hidropónicas. Tesis de licenciatura, UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. pp. 92.

Infoagro 1999. cultivo de Tomate. <http://www.infoagro.com.mx>

Isaki, H. 1995. Efecto de las sustancias humicas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L) y rábano (*Raphanus sativus*) Tesis Maestría, UAAAN, Buenavista Saltillo, Coahuila, México. pp. 8-20, 56-58.

Jackson, R. W. 1997. Dynamic Growing With Humic Acids for Master gardeners.

Leskovar, D.I 2001. Producción y ecofisiología del trasplante hortícola. 1<sup>er</sup> Simposio Nacional; Técnicas modernas de producción de tomate, papa, y otras solanáceas. UAAAN, Buenavista, Saltillo Coah. Mexico.

Lulakis, M., 1995. Effect of Humic Substances. From Vine – Canes Mature Compost on Tomato Seedling Growth. Bioresource Technology, 54 : 2; 179-182; 12 ref. Greece.

MacCarthy, E.E.; R. L. Clapp; Malcom and P. R. Bloom, 1990. Humic substances in soil and crop sciences: Selected Readings. Am. Soc. Agron. Inc. Sci. Soc. Am. Inc., Madison, Wisconsin, U. S . A. pp. 4-5.

Muñoz Altamirano R M., C J. Altamirano., M J Carmona., F J Trujillo., C G López. 1995. Desarrollo de ventajas competitivas en la agricultura. UACH. Centro de investigaciones económicas sociales y tecnológicas de la agroindustria y la agricultura mundial CIESTAAM. México. pp.: 17 – 19.

Narro, F . E . A. 1994. Física de suelos con enfoque agrícola. Editorial Trillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila México. pp. 71 – 80.

Narro, F.E. 1996. Sustancias humicas en la agricultura (resumen) VII Semana de investigación científica Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz B.C.S. México.

Narro, F.E. 1997. Nutrición y sustancias humicas en el cultivo de la papa. Investigaciones en el cultivo de la papa. Foro de investigación UAAAN. Buenavista, Saltillo Coahuila México.

Nuez, F. 1995. El cultivo del Tomate. Ed. Ediciones mundi-prensa

Olk, D. C. and K. G. Cassman, 1995. Reduction of potassium fixation by two humic fractions in vermiculitic soil. *Soil-Science-Society-of-America-journal*. 59 (5): 1250-1258.

Petoseed. 1995. Seed for the world. Petoseed Co. Inc. Beeders – Growers. Cal Graphic California. USA.

Ramírez, S. J. O. 2001. Estudio comparativo de ácidos húmicos provenientes de materia orgánica y de leonardita en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Tesis UAAAN Buenavista Saltillo Coahuila.

Reyna, B.B., 1996. Reducción de fertilizantes de fondo en papa (*Solanum tuberosum* L) al aplicar bioactivadores húmicos y fertilizantes foliares, en Arteaga, Coahuila. Tesis Maestría, UAAAN, Buenavista Saltillo, Coahuila, México. pp. 23-32, 105-110.

Rodríguez, R. R., J. M. Tabares y J.M: Medina. 1997. cultivo moderno de tomate. Ed. Mundi-prensa. 2<sup>da</sup> Ed. P. 13, 19-23.

Schnitzer M. and Khan, S. U. 1972. Humic substances in the environment. Dekker, New York.

Schnitzer, M. and Schulten, H. R. 1995. Analysis of organic matter in soil extracts and whole soils by pyrolysis-mass spectrometry. (Ed) D.L. Sparks. *Advances in Agronomy*, volume 55:167-217. academic press.

Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación 2001. Boletín de información oportuna del sector alimentario No. 185.

Valadez, L. A. 1998. Producción de Hortalizas. Edit. Limusa, Grupo Noriega editores. México. D.F. p. 197-211- 298.

## **APÉNDICE**

**Cuadro 1.A: Análisis de varianza para la variable Peso Fresco Total**

---

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT	3	15389.906250	5129.968750	12.1856**	0.000
ERROR	36	15155.468750	420.985229		
TOTAL	39	30545.375000			

---

**C.V. = 20.40 %**

**Medias según prueba DMS para la variable Peso Fresco Total**

---

TRATAMIENTO	MEDIA
1	128.4300 A
2	102.2300 B
3	98.6200 B
4	73.0700 C

---

Nivel de Significancia = 0.05

**Cuadro 2.A: Análisis de varianza para la variable Peso Fresco de Raíz**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT	3	406.765625	135.588547	0.8149NS	0.503
ERROR	36	5989.820313	166.383896		
TOTAL	39	6396.585938			

**C.V. = 36.44 %**

**Medias según prueba DMS para la variable Peso Fresco Total**

TRAT.	MEDIA
1	36.169998 A
2	32.549999 A
3	40.300003 A
4	32.580002 A

Nivel de Significancia = 0.05

**Cuadro 3.A: Análisis de varianza para la variable Peso Seco Total**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT	3	320.465820	106.821938	9.7193**	0.000
ERROR	36	395.666992	10.990749		
TOTAL	39	716.132813			

**C.V. = 23.30 %**

**Medias según prueba DMS para la variable Peso Fresco Total**

TRATAMIENTO	MEDIA
3	18.3800 A
4	14.1670 B
1	13.9870 B
2	10.3880 C

Nivel de Significancia = 0.05

**Cuadro 4.A: Análisis de varianza para la variable Peso Seco de Raíz**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT	3	35.694824	11.898274	1.6602NS	0.192
ERROR	36	258.002563	7.166738		
TOTAL	39	293.697388			

**C.V. = 39.64 %**

**Medias según prueba DMS para la variable Peso Fresco Total**

TRAT.	MEDIA
1	7.849000 A
2	6.280000 A
3	7.431000 A
4	5.455000 A

Nivel de Significancia = 0.05