

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



USO DE SUBSTANCIAS HÚMICAS DE LEONARDITA EN LA CALIDAD DE
PLÁNTULA DE TOMATE, EN INVERNADERO

Por:

Juan José García Gerardo

TESIS

Presentada como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Agosto 2009

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

USO DE SUBSTANCIAS HÚMICAS DE LEONARDITA EN LA CALIDAD DE
PLÁNTULA DE TOMATE, EN INVERNADERO

Presentada por:

Juan José García Gerardo

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobado por:

Ph. D. Alfonso Reyes López
Presidente del Jurado

Dr. Rubén López Cervantes
Asesor

M. C. María del Rosario Zúñiga Estrada

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación
División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Agosto de 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

USO DE SUBSTANCIAS HÚMICAS DE LEONARDITA EN LA CALIDAD DE
PLÁNTULA DE TOMATE, EN INVERNADERO

Presentada por:

Juan José García Gerardo

TESIS

Con la colaboración Técnica de:

Tec. Mario Alberto Flores Hernández

M. C. Evangelina Rodríguez Solís

Ph. D. Alfonso Reyes López
Presidente del Jurado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Agosto de 2009

DEDICATORIAS

Agradezco a mis queridos padres que me han conducido por la vida, con amor y paciencia, así también por haberme dado la oportunidad de estudiar lo que me gusta, hoy verán forjado un anhelo, un deseo y una ilusión. También porque me dieron la vida; por brindarme su apoyo incondicional, sus consejos acertados y tan valiosos; por sus desvelos y sacrificios y por dejarme la mejor herencia de mi vida: MI CARRERA PROFESIONAL.

Gracias por enseñarme lo que han recogido a su paso por la vida, por compartir mis horas grises, mis momentos felices, ambiciones, sueños, inquietudes y logros. Gracias por ayudarme a salir adelante en la adversidad, por hacer de mí lo que hoy soy: gente de provecho y grandes ideales. Les aseguro NO LOS DEFRAUDARÉ, los haré sentir orgullosos y verán que todos sus sacrificios y tragos amargos, algún día se los recompensaré

CON TODO CARIÑO Y AMOR ¡GRACIAS!

A mis hermanos, por compartir conmigo los momentos alegres y tristes de mi vida y por su estímulo hacia mí para seguir adelante.

A mis tíos, muchas gracias por el apoyo, cariño y buen trato y por todo lo que me han brindado en mi estancia con ustedes, pues han sido como mis padres, ya que en todas las formas se ganaron mi respeto, cariño y admiración.

A mis abuelos, a quienes quiero como si fueran mis padres, porque al igual que ellos, siempre me han cuidado, motivado, apoyado, impulsado a seguir adelante aun en los momentos más difíciles; porque siempre me han demostrado su amor y siempre han estado a mi lado, de todo corazón ¡Gracias! Queridos abuelos.

AGRADECIMIENTOS

Al Ph. D. Alfonso Reyes López por su paciencia, dedicación en la realización de este trabajo.

Al Dr. Rubén López Cervantes, por brindarme su tiempo y conocimientos y su gran apoyo en la revisión de esta investigación.

A la M. C. María del Rosario Zúñiga Estrada, por emplear su tiempo en la revisión de este escrito.

A mis maestro que me brindaron su amistad, sus conocimientos y sabios consejos.

A todas aquellas personas que de una forma u otra, participaron en la culminación de este trabajo.

A Mario Alberto Flores Hernández, por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo de investigación y más aun por su amistad.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO	3
HIPÓTESIS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Origen del Tomate.....	4
Las Substancias Húmicas.....	4
Efecto de las Substancias Húmicas en el Crecimiento Vegetal.....	6
MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
Ubicación del Área Experimental.....	8
Metodología.....	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
Peso de Tallo.....	10
Longitud de Tallo.....	11
Peso de Raíz.....	13
Longitud de Raíz.....	14
CONCLUSIÓN.....	17
LITERATURA CITADA.....	18

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos adicionados a plántula de tomate tipo “saladette”, en invernadero.

Cuadro 2. Análisis de varianza del peso de tallo de plántula de tomate con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

Cuadro 3. Análisis de varianza de la longitud de tallo de plántula de tomate con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

Cuadro 4. Análisis de varianza del peso de raíz de plántula de tomate con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

Cuadro 5. Análisis de varianza de la longitud de raíz de plántula de tomate con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Peso de tallo de plántula de tomate, con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

Figura 2.- Longitud de tallo de plántula de tomate, con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

Figura 3.- Peso de raíz de plántula de tomate, con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

Figura 4.- Longitud de raíz de plántula de tomate, con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el uso de sustancias húmicas de leonardita en la calidad de plántula de tomate, en un invernadero se colocaron charolas de poliestireno con “perlita” como sustrato, se sembraron semillas de tomate tipo saladette cv. “Río Grande”, de hábito de crecimiento indeterminado. Al sustrato se adicionaron ácidos húmicos granulados (Hgra) y en polvo (Hpol) y ácidos fúlvicos (F), tanto mezclados con el fertilizante químico fosfato monoamónico (MAP) y solos; dos testigos: uno con el compuesto químico (Tes+MAP) y uno absoluto (TA). A los 45 días después de la siembra, se midió la longitud (LT) y el peso (PT) del tallo y la longitud (LR) y peso (PR) de raíz. Se encontró que con los Hgra con MAP, la LT superó en 700 y 433 % al Tes+MAP y al TA, respectivamente. En la LT con la misma mezcla, se aventajó en 114 y 87 % al Tes+MAP y al TA, respectivamente. En el PR, al adicionar los Hpol más MAP, se adelantó en 700 y 500 %, respectivamente al Tes+MAP y al TA. Se concluye que Los ácidos húmicos granulados, realizaron un efecto positivo en el peso y longitud del tallo; mientras que los ácidos húmicos en polvo, lo efectuaron en el peso de raíz de la plántula de tomate, pero hay que mezclar los compuestos orgánicos con fertilizante químico.

Palabras claves: Acidos Fulvicos, Acidos Húmicos, Leonardita, Tomate.

INTRODUCCIÓN

El tomate, en México, es una de las hortalizas de mayor importancia para el desarrollo económico y social, por la superficie sembrada, el valor del producto y por la cantidad de divisas que genera, ya que es la hortaliza de mayor exportación, sobre todo al mercado de los Estados Unidos de Norteamérica (USA). Y está considerada como alimento básico dentro de la dieta de los mexicanos, ya sea para su consumo en fresco o procesado. Las tecnologías de producción son muy variados y en los últimos años ha tomado gran auge hacerlo bajo condiciones de invernadero, con el fin de obtener mayores rendimientos y productos de alta calidad y así estar en posibilidades de competir con el producto de otras partes del mundo como Canadá, Israel y Marruecos, entre otros.

En México, una de las técnicas más comunes para la producción de plántula es en charolas germinadoras con el uso de sustratos, los cuales son un recurso natural no renovable y con altos costos. Sin embargo, la producción de tomate depende en un alto porcentaje del tiempo de producción, condiciones fitosanitarias y la calidad nutritiva de la plántula a trasplantar, ya que desafortunadamente no se tiene un control adecuado de los medios de cultivo usados.

Es conocido que con los fertilizantes químicos se soluciona el problema de la nutrición de cultivos, sin embargo, éstos salinizan los suelos por su poder residual, es por ello que se hace necesaria la búsqueda de metodologías ecológica y económicamente factibles. Una práctica común que los agricultores realizan desde tiempos inmemorables, es la adición de residuos tanto de origen vegetal como animal sin descomponer y humificados como son los composta y en los últimos 40 años, el uso del mineral fósil de origen orgánico denominado leonardita.

La composición fundamental de la leonardita son las sustancias húmicas (SH), las que se clasifican en ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR), de acuerdo a su solubilidad en ácidos o álcalis y son definidas como una mezcla heterogénea de macromoléculas orgánicas, con estructura química muy compleja, distinta y más estable que su forma original y provienen de la degradación de residuos de plantas y animales, gracias a la actividad enzimática de los microorganismos (Schnitzer, 2000) y por metamorfismo de residuos orgánicos, sepultados por arcillas después de millones de años en deltas de ríos, es decir generación de minerales fósiles (Escobar, 2002, comunicación personal).

Los AH y los AF pueden complejar y/o quelatar cationes, los que pueden provenir de los fertilizantes químicos, debido a su alto contenido de grupos funcionales libres oxigenados. En los primeros dominan los grupos funcionales carboxilos (-COOH) y para los segundos, los grupos oxhidrilos fenólicos (OH), porque más del 80 por ciento de la estructura molecular de dichos ácidos, está formada por los grupos funcionales mencionados (Schnitzer, 2000), también López (2002), encontró algo similar al analizar compuestos húmicos extraídos de composta.

OBJETIVO

Determinar el uso de sustancias húmicas de leonardita en la calidad de plántula de tomate, en invernadero.

HIPÓTESIS

Las sustancias húmicas, tiene efecto positivo en la calidad de plántula de tomate, en invernadero.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen del Tomate

El centro de origen del tomate (*Lycopersicum esculentum*), se encuentra en la región andina que encierra a los países de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, por lo que dentro de esta área prosperan diversas especies de este género (Neri, 1999). Ya en el Siglo XVI, en México, se consumía tomate de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX.

Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, de allí a otros países asiáticos. De Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá. Actualmente esta hortaliza, crece en todas las áreas tropicales y subtropicales del mundo y su ancestral mas directo es el "tomate cereza" de frutos pequeños y rojos, denominado botánicamente *Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme* (INFOAGRO, 2003).

Las Substancias Húmicas

De acuerdo con la Sociedad Internacional de Substancias Húmicas (IHSS) (2005), las substancias húmicas (SH), son macromoléculas orgánicas muy heterogéneas, de alto peso molecular, diferentes y más estables que los compuestos de donde provienen, constituyen al humus e incluyen los ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR).

Continúan al decir que, en el mundo hay dos corrientes de estudio de acuerdo a su origen: la primera es en Estados Unidos de América, ya que los AH y AF empleados para su

estudio, son extraídos de minas de carbón y provienen de minerales fósiles tales como la leonardita, turbas y lignitos, inclusive ya desde fines de la segunda guerra mundial, los productores de los Estados de California, Texas, Atlanta y Pensilvania, molían estos minerales y el polvo lo aplicaron como fertilizantes a cereales y pastos con excelentes resultados. La segunda corriente se ha desarrollado en Rusia, Francia, Alemania, Italia y Canadá, desde inicios del siglo anterior, donde han estudiado con amplitud el proceso de humificación en suelos de bosque, es decir, el papel de la materia orgánica ya transformada en humus en la génesis de los suelos. Esto ha generado que una gran cantidad de investigadores hayan establecido lo conocido hasta ahora, en cuanto a las características y el modo de acción de las moléculas de las sustancias en los suelos agrícolas y en la fisiología y nutrición vegetal.

Además, en México, sobre todo en el Norte, el uso de ácidos húmicos en la agricultura con fines de fertilización, inicia a fines de los años 80's, ya que empresas dedicadas a la venta de productos agroquímicos expenden los compuestos mencionados, aunque todos estos productos orgánicos provienen de los minerales fósiles, los cuales se importan de Estados Unidos (California, Pensilvania y Atlanta), Europa (Alemania, Italia y España) y el Medio Oriente (Israel). Lo anterior provoca altos precios de estos productos.

En toda materia orgánica se deben presentar los procesos de mineralización (transformación de compuestos orgánicos en inorgánicos) y humificación (síntesis y/o unión química y/o biológica de compuestos de degradación de residuos de origen vegetal y animal), para transformarse en humus, pero, éstos en condiciones naturales son lentos, de varios meses a decenas de años, en función del tipo de materia orgánica y los factores del medio ambiente. Para acelerar la humificación, en un "reactor" se mezclaron estiércol de bovino y de caprino con residuos orgánicos de cocina y agua y en 60 días, se obtuvieron

aceptables cantidades de ácidos húmicos y ácidos fúlvicos con la adecuación de una metodología, cuya eficiencia consiste en usar una solución acuosa de hidróxido de sodio (López *et al.* 2006).

La gran mayoría de los investigadores de las sustancias húmicas, concuerdan en que gracias a los grupos funcionales de éstas, se debe su actuación en las propiedades físicas y químicas del suelo, así como en las funciones fisiológicas de las plantas y en la nutrición vegetal. Se cree que las sustancias húmicas intervienen directamente en una gran cantidad de procesos fisiológicos involucrados con el crecimiento de las plantas e indirectamente en la nutrición vegetal en forma similar a los intercambiadores de iones sintéticos (agentes quelatantes), sin embargo, este mecanismo no está bien dilucidado.

Efecto de las Sustancias Húmicas en el Crecimiento Vegetal

Como efecto indirecto las SH interviene en la disponibilidad de iones y translocación dentro de las plantas (Adani *et al.* 1998). Los AH estimularon la longitud de raíces en un 54 por ciento y la parte aérea en 146 por ciento, pero el contraste más marcado, fue la longitud de la parte aérea de plantas de tomate tratadas con AF, porque fue superior en 170 por ciento, mientras que las raíces, solo aumentaron un 10 por ciento.

Adani *et al.* (1998), postulan que los grupos carboxilos y los hidroxilos fenólicos y alcohólico de los AF son los responsables para la influencia de estos ácidos en la raíz de los hipocotilos, como un resultado de su actividad quelatante con el hierro. Los compuestos de bajo peso molecular (ácido fúlvicos) intervienen en la solución de iones metálicos e influyen en el transporte hacia las raíces de la planta. En contraste, compuestos de altos peso molecular (ácido húmicos), funciona como una “piel” para los cationes polivalentes (Stevenson, 1984).

A pesar de lo comentado no hay evidencia de que las SH intervenga en la disponibilidad de iones y su translocación dentro de la planta (Kuitert y Mulder, 1993), es decir, que actúen como suplidores y reguladores de la nutrición vegetal en forma similar a los intercambiadores sintéticos de iones (agentes quelatantes) (Orlov, 1995; Pettit, 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Área Experimental

El presente trabajo se llevó a cabo en un invernadero del área de investigación del Departamento de Horticultura, del *Campus* principal de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), ubicada en la Ex – Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, la cual se encuentra a los 25° 23’ de latitud norte, los 101° 02’ de longitud oeste y una altitud de 1742 msnm.

Metodología

En charolas de poliestireno de 200 cavidades, con “perlita” como sustrato, se sembraron semillas de tomate tipo saladette cv. “Río Grande”, de hábito de crecimiento indeterminado. Al sustrato se adicionaron los tratamientos presentados en el Cuadro 1. A los 45 días después de la siembra, se midió la longitud (LT) y el peso (PT) del tallo y la longitud (LR) y peso (PR) de raíz. El trabajo se estableció de acuerdo a un Diseño Experimental Completamente el Azar, el cual arrojó ocho tratamientos y 20 repeticiones (una plántula por repetición). El análisis estadístico consistió en el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de medias por Tukey ($P \leq 0.05$), para la cual se empleó el paquete para computadora MINITAB, versión 14 para Windows.

Cuadro 1. Tratamientos adicionados a plántula de tomate tipo “saladette”, en invernadero.

Tratamientos	Dosis (g.litro ⁻¹ de agua)
H gra+MAP	2.5 g + 0.4 g
H gra	2.5 g
H pol+MAP	2.5 g + 0.4 g
H pol	2.5 g
F pol+ MAP	2.5 g + 0.4 g
F pol	2.5 g
TC + MAP	0 + 0.4 g
TA	0 + 0

H gra: Ácido húmico granulado; H pol: Ácido húmico en polvo; F pol: Ácido fúlvico en polvo; MAP: Fosfato monoamónico; TC: Testigo comercial; TA: Testigo comercial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso de Tallo

En el peso del tallo (PT), los tratamientos realizaron efecto altamente significativo (Cuadro 2). Además, de forma general, se puede establecer que cuando se agregaron los ácidos húmicos granulados y en polvo, solos y mezclados con el fertilizante denominado fosfato monoamónico (MAP), se presentaron los valores superiores de esta variable; mientras que al agregar los ácidos fúlvicos solos y con el MAP, así como en el testigo con MAP y en el testigo absoluto (TA), el valor del peso fue el más inferior. De manera particular, se puede decir que al adicionar los ácidos húmicos granulados con MAP, el PT aventajó al testigo con MAP en 700 por ciento y al TA en 433 por ciento (Figura 1).

Cuadro 2. Análisis de varianza del peso de tallo de plántula de tomate con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

Fuente	g. l.	SC	CM	F	P
Tratamientos	7	6696.98	956.71	143.71	0.000*
Repetición	19	139.57	7.35	1.10	0.355NS
Error	133	885.40	6.66		
Total	159	7721.95			

**altamente significativo ($P \leq 0.05$)

NS. No significativo

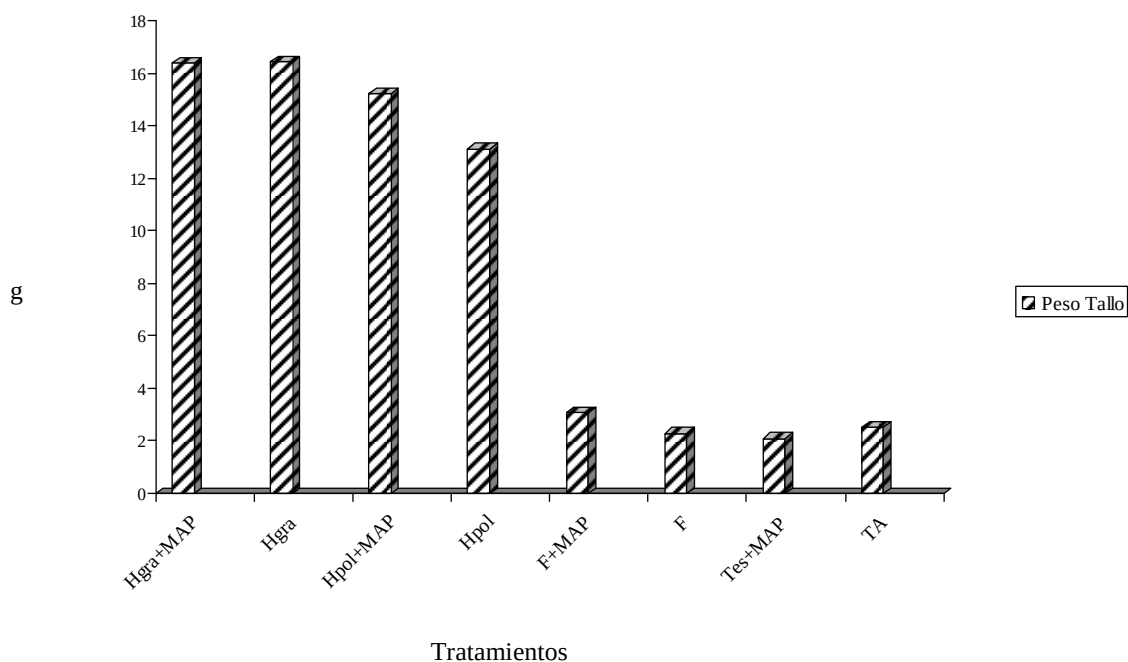


Figura 1.- Peso de tallo de plántula de tomate, con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

Longitud de Tallo

Los tratamientos aplicados, realizaron efecto altamente significativo en la longitud del tallo (LT) de la plántula de tomate (Cuadro 3). Con la adición de los ácidos fúlvicos solos y con MAP y los testigos, las cantidades de la LT fueron más inferiores, que al agregar los ácidos húmicos granulados y en polvo, solos y mezclados con el MAP; es decir, al aplicar los ácidos húmicos granulados mezclados con el MAP, se superó en 114 por ciento y 87 por ciento a ambos testigos, respectivamente (Figura 2).

Cuadro 3. Análisis de varianza de la longitud de tallo de plántula de tomate con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

Fuente	g. l.	SC	CM	F	P
Tratamientos	7	1562.779	223.254	81.51	0.000*
Repetición	19	82.291	4.331	1.58	0.070NS
Error	133	364.281	2.739		
Total	159	2009.351			

**altamente significativo ($P \leq 0.05$)

NS. No significativo

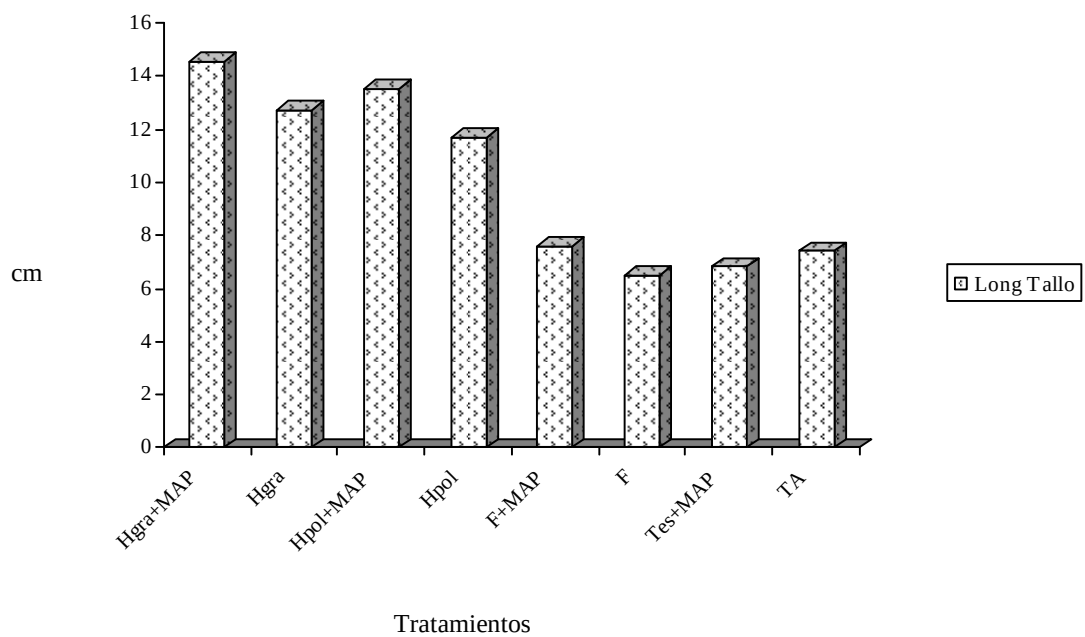


Figura 2.- Longitud de tallo de plántula de tomate, con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

Peso de Raíz

En el peso de la raíz (PR), los tratamientos realizaron efecto altamente significativo (Cuadro 4). También, de forma general, se puede establecer que cuando se agregaron los ácidos húmicos granulados y en polvo, tanto solos como mezclados con el fertilizante fosfato monoamónico (MAP), se presentaron los valores superiores de esta variable; mientras que al agregar los ácidos fúlvicos solos y con el MAP, así como en el testigo con MAP y en el testigo absoluto (TA), los valores del peso fueron los más inferiores. De manera particular, se puede decir que al adicionar los ácidos húmicos en polvo con MAP, el PR adelantó al testigo con MAP en 700 por ciento y al TA en 500 por ciento (Figura 3).

Cuadro 4. Análisis de varianza del peso de raíz de plántula de tomate con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

Fuente	g. l.	SC	CM	F	P
Tratamientos	7	2182.14	311.73	22.97	0.000*
Repetición	19	271.94	14.31	1.05	0.405NS
Error	133	1805.23	13.57		
Total	159	4259.31			

**altamente significativo ($P \leq 0.05$)

NS. No significativo

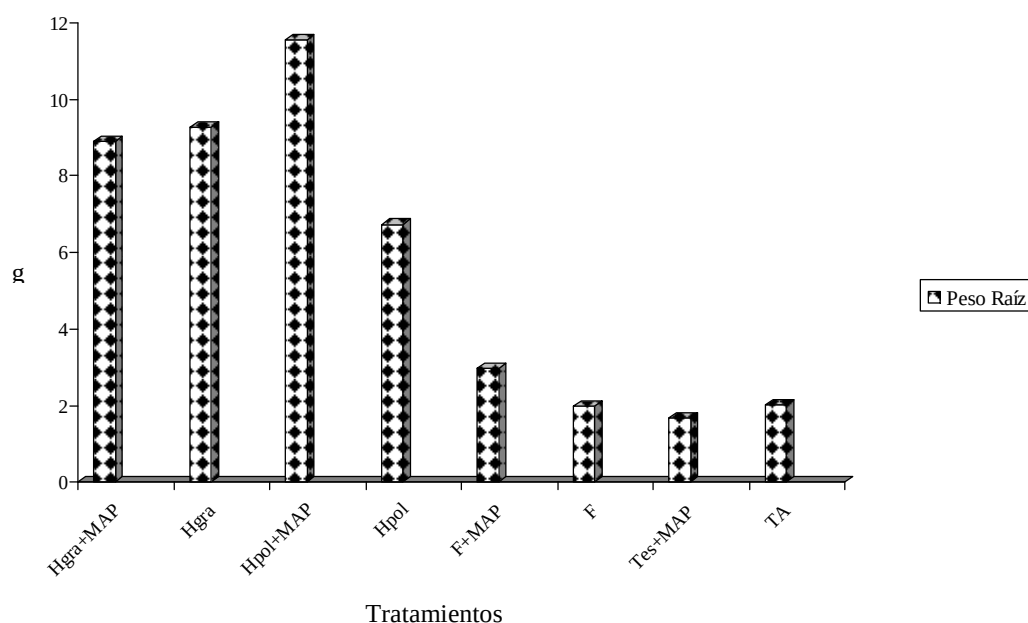


Figura 3.- Peso de raíz de plántula de tomate, con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

Longitud de Raíz

En esta variable no se presentó efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 5). Sin embargo, de acuerdo con la Figura 4, al agregar los ácidos húmicos granulados y en polvo y los ácidos fúlvicos solos, es decir, sin mezclarlos con el fertilizante químico, se presentaron los valores más bajos de esta variable; mientras que al agregar los ácidos húmicos granulados, en polvo y los ácidos fúlvicos más el fertilizante químico, los valores de la longitud de raíz fueron superiores, lo cual significa que la mezcla de las sustancias húmicas con fertilizante químico, aumentan la calidad de la plántula de tomate.

Cuadro 5. Análisis de varianza de la longitud de raíz de plántula de tomate con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

Fuente	g. l.	SC	CM	F	P
Tratamientos	7	398.45	56.92	1.55	0.156NS
Repetición	19	941.85	49.57	1.35	0.164NS
Error	133	4886.81	36.74		
Total	159	6227.11			

**altamente significativo ($P \leq 0.05$)

NS. No significativo

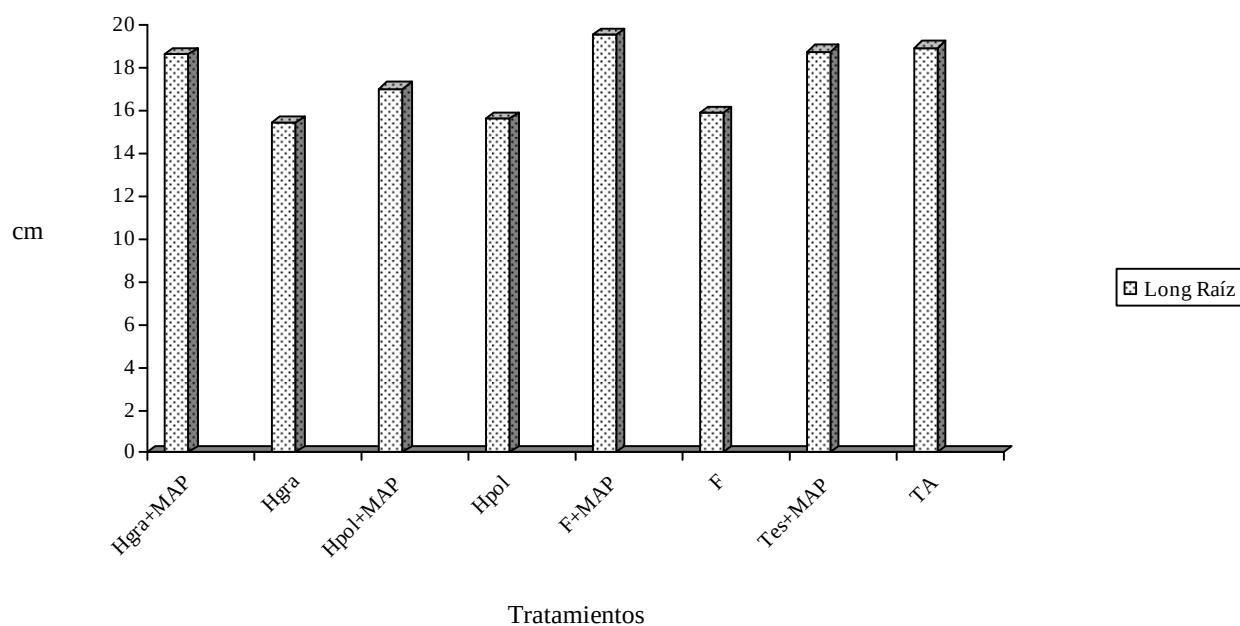


Figura 4.- Longitud de raíz de plántula de tomate, con la adición de sustancias húmicas de leonardita, en invernadero.

A forma de discusión se puede establecer que de acuerdo con López *et al.* (2006), las sustancias húmicas contienen una gran acidez total, es decir, poseen alta cantidad de grupos funcionales oxigenados carboxilos (-COOH) y oxhidrilos fenólicos (-OH), los cuales actúan como grupos funcionales libres con carga eléctrica negativa. Por esta característica de las sustancias húmicas, en el presente trabajo, los ácidos húmicos granulados y en polvo y los ácidos fúlvicos sirvieron como agentes “secuestrantes” y/o “quelatantes”, principalmente del fósforo (P) del fertilizante químico mezclado con los compuestos orgánicos. Una vez “secuestrados” y/o “quelatados” los elementos nutrimentales, son transportados a la pared celular de la raíz y de ahí fueron transportados por la plántula (López *et al.* 2006), por lo cual la calidad de la plántula aumentó en comparación a los testigos empleados.

Al trabajar en árboles de limón y naranjo, así como en uva de mesa, Sánchez *et al.* (2006), encontraron que ácidos húmicos y fúlvicos provenientes de la leonardita (mineral de materia orgánica fósil), mejoran el funcionamiento del hierro cuando se combina con las sustancias orgánicas, en la corrección de la clorosis férrica de los cultivos mencionados, establecidos en suelos calcáreos.

CONCLUSIÓN

Los ácidos húmicos granulados, realizaron un efecto positivo en el peso y longitud del tallo; mientras que los ácidos húmicos en polvo, lo efectuaron en el peso de raíz de la plántula de tomate, pero hay que mezclar los compuestos orgánicos con fertilizante químico.

LITERATURA CITADA

- Adani, F; Genevini, P.; Zocchi, G. 1998. The effect of commercial húmica ácido on tomato plant growth and mineral nutrition. *Jornal of Plant Nutrition*, 21 (3):561-575.
- INFOAGRO. 2003. Toda la agricultura en internet del cultivo de tomate www.fertiberia.com/informacion_fertilizacion/articulos/otros/sustancias_humicas.html
- International Humic Substances Society (IHSS). 1996. Soil Humic Substances. IHSS8, Proceedings.
- Kuiters, A. T. and W. Mulder. 1993. Water-soluble organic matter in forest soils. II. Interference with plant cation uptake. *Plant and Soil*, 152: 225-235.
- López, C. R. 2002. Comportamiento de sustancias húmicas de diverso origen en la física de un suelo limo-arcilloso y en la fisiología del tomate. Tesis Doctoral en Sistemas de Producción. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- López-Cervantes, R., A. Gallego-del Tejo, E. Peña-Cervantes, A. Reyes-López, R. Castro-Franco y J. F. J. Chávez-González. 2006. Sustancias Húmicas de Origen Diverso en Algunas Propiedades Físicas de un Suelo Franco-Arcillo-Limoso. *Terra Latinoamericana* Vol. 24, N°3: 303-309.
- Minitab. 2004. Estadística Práctica. Pearson Educación, S. A. Ribera del Loira, 28, 28042, Madrid, España.
- Neri, T., A. 1999. Evaluación de diferentes genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) tipo bola de habito indeterminado extra firmes, en Villa de Arista, S.L.P. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N, Coahuila, Mexico. pp. 1 -3.
- Orlov, D. S. 1995. Humic substances of the soil and general theory of humification. A. A. Balkema, Publishers, Old Post, Road, Brookfield, VT, USA.
- Pettit. 2004. Organic matter, Humate, Humic acid, Fulvic acid and Humin: Their Importance in Soil Fertility and Plant Health. Huma Tech. Inc. Makers of Promax. <http://www.humate.info/>
- Salisbury, F. B. y C. W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D. F.
- Sánchez-Sánchez, A., J. Sánchez-Andreu, M. Juárez, J. Jordá and D. Bermúdez. 2006. Improvement of Iron Uptake in Table Grape by Adition of Humic Substances. *Journal of*

Plant Nutrition: 29: 259-272. Taylor & Francis Group. LLC. ISSN: 0190-4167 print/1532-4087 on line.

Schnitzer, M. 2000. Life Time Perspective on the Chemistry of Soil Organic Matter. D. L. Sparks (Ed.). Advances in Agronomy, Academic Press. 68: 3-58.

Stevenson, F. J. 1984. Humus chemistry: Genesis, composition, reactions. J. Wiley and Sons, New York, NY.