

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**Efecto de Ácidos Fúlvicos y K-tionic en el Crecimiento de  
Plántula de Tomate (Lycopersicon esculentum Mill), en  
Invernadero.**

**Por:**

**EVERARDO GONZÁLEZ VILLEGAS**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Mayo de 2002**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR  
DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL, PARA  
OBTENER ÉL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Efecto de Ácidos Fúlvicos y K-tionic en el Crecimiento de  
Plántula de Tomate (Lycopersicon esculentum Mill), en  
Invernadero.**

COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

---

DR. Alfonso Reyes López  
Asesor principal

---

MC. Reynaldo Alonso Velasco  
Coasesor

---

MC. Juventino Pelcastre Rivera  
Coasesor.

---

Dr. Ruben López Cervantes  
Coasesor.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA

---

MC. Reynaldo Alonso Velásco

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2002

## **DEDICATORIA**

A **DIOS** todo poderoso por haberme brindado la oportunidad de vivir.

Dedico este trabajo muy especialmente con el respeto mas sincero que se merecen a mis padres.

### **Sr. J. Alfonso González Rubio** ***Sra. Eleazar Villegas Merlos***

Por todo su apoyo y haber hecho hasta lo imposible para que lograra una meta muy importante en mi vida. Por todo su amor sacrificios y paciencia para concluir mi carrera profesional.

#### **A mis hermanas.**

Por su amistad comprensión y cariño que me han brindado, por compartir parte de lo que era para ellas para que a mi no me faltara nada, por su apoyo moral que recibí a lo largo de mi carrera.

ING. Georgina González Villegas.  
Rebeca González Villegas.  
Silvia González Villegas  
Magdalena González Villegas.

#### **A mis abuelos.**

Alejo González Navarrete(†)  
Josefa Rubio (†)  
Benito Villegas Merlos.  
Angelita Merlos Ruiz.

Por todo su apoyo y por estar siempre cerca de nosotros.

#### **A mis tíos.**

José Carmen Alejo González Rubio (†).  
María Luna Guijosa.

Por todo su apoyo y confianza.

A mi tía Eliaser por el apoyo que siempre le a brindado a mi Papá.

Antonio y Evangelina Glz. L., por el apoyo que siempre nos han brindado incondicionalmente.

Cristina, Lucila, Gustavo, Auxilio, Tobias Villegas M. Irma Trejo.

**A mis padrinos.**

Con cariño y aprecio muy especial y por ser como unos padres para mi y mis hermanas,

Guillermo Trejo Martínez.

Gloria Sánchez Vivanco.

Zacarías Merlos Sánchez

Estela Sanchez

Armando Zamudio

Leticia Vargas

Por todo el apoyo que me han brindado

**A mis primos.** Carlos, Eduardo, Javier, Araceli, Elsa Villegas E. Nayeli, Manuel, Liliana, Jehu Jair Ruíz V. Alejandro, Celso, Rolando, Isidro, Esteban, Araceli, Ilda Esquivel M. Francisco, Lupita, Daniel Villegas T. Rodrigo L., Salmón, Hector Villegas G.

Por la gran amistad que nos une y siempre que estamos juntos compartimos momentos inolvidables.

**A Apolinar Villegas** y familia, por todo el apoyo brindado incondicionalmente a mi familia.

**A mis amigos** (as). J. Antonio Ch., J. Ricardo, José Luis G., Raúl Reyes (suavecito McCoy), Nimrod Ricardo R., Mario Rojas, Fernando R. Miguel, Martha, Jaqueline y los ingenieros. Asael S., José Luis R., Roberto S. L., Cesar N., Misael. M., Pedro M., José S., Eloy M., Miguel A. Briseño.

A mis compañeros de cuarto (colorada 19). Silvano Oseguera, Miguel Reyes.

A mis compañeros de horticultura de las generaciones XC, XCI y XCII.

A la **Banda de Guerra** por la unión y disciplina que siempre se demostró en el campo de batalla.

## **AGRADECIMIENTO.**

A **DIOS** por haberme permitido concluir una meta mas en mi vida.

A mis padres por todo su apoyo económico y moral.

### **Sr. J. Alfonso González Rubio**

El presente trabajo es una muestra de gratitud para ti que has depositado toda tu confianza en mi para ser en la vida un hombre de bien, gracias a tu sacrificio consejos y ejemplos que me has enseñado y por todo el apoyo que me has brindado... muchas gracias.

### **Sra. Eleazar Villegas Merlos**

Por depositar la confianza en mi para superarme por el gran amor que me has brindado durante todo este tiempo, por tus esfuerzos que siempre has hecho desde que inicie mi vida por tus sacrificios y desvelos.

**A** mi **ALMA TERRA MATER** gracias a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitirme el paso por sus aulas para adquirir los conocimientos necesarios para mi formación profesional.

**AI** Dr. Alfonso Reyes López por su apoyo y asesoría en la realización de este trabajo y por su enseñanza durante las clases.

**AI** Dr. Ruben López Cervantes por el apoyo y tiempo dedicado incondicionalmente en la revisión de este trabajo

**AI** Mc. Juventino Pelcastre Rivera por todo el apoyo y asesorías incondicional en todo momento para concluir con este trabajo.

**AI** Mc. Reynaldo Alonso Velasco por su tiempo dedicado para la realización de este trabajo.

**A** la Mc. Evangelina Rodríguez Solis por su asesoría en el análisis estadístico.

**A** todos los maestros de esta universidad y en especial a los del departamento de horticultura y todos los demás maestros que aportaron su sabiduría para mi formación académica.

**A** todas aquellas personas que contribuyeron en la elaboración de este trabajo de investigación. En especial a Mario del departamento de

horticultura por todo el apoyo brindado en la preparación del material utilizado.

## INDICE

	<b>Pag.</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE	iv
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE CUADROS	vi
RESUMEN	vii
INTRODUCCION	1
Objetivo	2
Hipótesis	2
REVISION DELITERATURA	3
Historia y Origen del Cultivo	3
Clasificación Taxonómica Descripción Botánica	4
Requerimientos Climaticos	6
Requerimientos Edaficos	6
Nutricion del Cultivo	7
Las Sustancias Humicas	9
Los Acidos Humicos y Fulvicos	11
K-tionic	12
MATERIALES Y METODOS	14
Localización Geográfica	14
Metodología	14
RESULTADOS Y DISCUSION	16
Longitud del Vástago	16
Longitud de Raíz	18
Peso del Vástago	20
Peso de Raíz	22
CONCLUSIONES	26

LITERATURA CITADA	27
APENDICE	29

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
Figura 1. Longitud del vástago de plántula de tomate en la primera evaluación, en invernadero.	16
Figura 2. Longitud del vástago de plántula de tomate en la segunda evaluación, en invernadero.	17
Figura 3. Longitud del vástago de plántula de tomate en la tercera evaluación, en invernadero.	18
Figura 4. Longitud de raíz de plántula de tomate en la primera evaluación, en invernadero.	19
Figura 5. Longitud de raíz de plántula de tomate en la segunda evaluación, en invernadero.	19
Figura 6. Longitud de raíz de plántula de tomate en la tercera evaluación, en invernadero.	20
Figura 7. Peso del vástago de plántula de tomate en la primera evaluación, en invernadero.	21
Figura 8. Peso del vástago de plántula de tomate en la segunda evaluación, en invernadero.	21
Figura 9. Peso del vástago de plántula de tomate en la tercera evaluación, en invernadero.	22
Figura 10. Peso de raíz de plántula de tomate en la primera evaluación, en invernadero.	23
Figura 11. Peso de raíz de plántula de tomate en la segunda evaluación, en invernadero.	24
Figura 12. Peso de raíz de plántula de tomate en la tercera evaluación, en invernadero.	25

## INDICE DE CUADROS

	<b>Pag.</b>
Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.	15

## RESUMEN

Cuando se busca obtener buenos rendimientos en el cultivo es indispensable considerar un factor de suma importancia, como es el caso de la nutrición vegetal, siendo también un aspecto vital para la calidad de los productos que se esperan obtener. La aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos favorece el crecimiento y desarrollo del cultivo independientemente del origen de estos ácidos. El presente trabajo se realizó con el propósito de estudiar el efecto de ácidos húmicos y fúlvicos y K-tionic y un testigo, la dosis empleada para este trabajo de investigación fue de  $0.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$  de agua en las camas flotantes en el cultivo del tomate con el objeto de determinar y conocer el vigor de las plantulas y raíz, las variables utilizadas de este trabajo fueron; longitud y peso del vástago, longitud y peso de raíz; de lo cual se tomaron 45 plantas por tratamiento tomadas al azar. Y se encuentra que los resultados obtenidos en las diferentes variables evaluadas durante el desarrollo de la plantula se describen a continuación. Los ácidos húmicos extraídos de gallinaza mas el 5% de proteína, aumentó la longitud y peso del vástago, mientras que los ácidos fúlvicos extraídos de estiércol de caprino mas el 2.5% de proteína mas gallinaza con 10 y 15% de proteína, aventajo a la longitud de raíz con relación al testigo. En el peso de raíz los tratamientos más sobresalientes fueron: los ácidos fúlvicos extraídos de gallinaza mas proteína 5%, en el primer muestreo, en el segundo fueron los ácidos fúlvicos obtenidos de caprino mas proteína 1.5% mas extracto de gallinaza mas proteína 10 y 15% y el extracto de gallinaza mas proteína 15%.

## INTRODUCCION.

El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es de suma importancia debido a la superficie destinada a su cultivo por la gran cantidad de subproductos que se obtienen de él, como generador de divisas y por que proporciona trabajo en un gran número de trabajadores eventuales en el campo, los cuales son empleados como mano de obra.

Cuando se busca obtener buenos rendimientos en el cultivo es indispensable considerar un factor de suma importancia, como es el caso de la nutrición vegetal, la cual es vital para la calidad de los productos que se esperan obtener. La nutrición vegetal se ha manejado de tal modo que mediante la aplicación de fertilizantes químicos se pretende evitar la deficiencia de nutrientes en el cultivo.

La agricultura ha desempeñado y seguirá desempeñando siempre un papel importante en las actividades del hombre, no cabe duda que uno de los primeros fenómenos que atrajo al hombre, fue la agricultura orgánica. En nuestros tiempos los suelos están perdiendo materia orgánica mas rápidamente, de lo que puede ser reemplazada si con el paso del tiempo permitimos que nuestros suelos sigan sufriendo estos daños traerán como consecuencia suelos compactos, raíces superficiales, mayor desagüe, menor desarrollo de las plantas y menos producción.

Las deficiencias nutrimentales se han tratado de remediar mediante el uso de abonos orgánicos. El mayor de los beneficios que aporta la materia orgánica al suelo, es proporcionar al suelo de humus. Éste está constituido

en sustancias húmicas, las cuales se clasifican en ácidos húmicos, fúlvicos y huminas residuales, de acuerdo a su solubilidad en ácidos o álcalis.

Por lo anterior, el **objetivo** del presente trabajo fue determinar el efecto de ácidos fúlvicos y K-tionic en el crecimiento de plántulas de tomate, en invernadero.

### **HIPÓTESIS**

Los ácidos fúlvicos y el K-tionic tienen efecto similar en el crecimiento de plántulas de tomate, en invernadero.

## **REVISION DE LITERATURA**

### **Historia y Origen del Cultivo**

El tomate es una planta originaria de las regiones tropicales de América Latina, cuyo centro de origen se localiza en la región de los andes, integrado por Chile, Colombia, Bolivia, Perú y Ecuador, donde existe la mayor variabilidad genética y mayor cantidad de tipos silvestre, aunque existen ciertas discrepancias sobre estos países.

León y Arosamena (1980) citan que la evidencia histórica favorece a México como el centro más importante de domesticación del tomate, ya que la utilización de forma doméstica en el país es muy antigua y sus frutos eran empleados en la alimentación indígena de las zonas centro y sur de México. Además, realizan una recopilación de datos sobre la dispersión que sufrió el tomate, mencionan que el tomate mexicano fue enviado a España en el siglo XVI, donde se utilizó para sazonar los alimentos en el siglo XVII en Italia constituyó un condimento en los principales platillos de ese país. Alrededor del siglo XVIII el tomate mexicano fue conocido a nivel mundial y posteriormente llegó a ser un artículo de consumo necesario en el siglo XIX.

Barenque (1991), menciona que tal vez el centro de dispersión de las formas cultivadas sea diferente al centro de origen primario siendo este el área comprendida entre Puebla y Veracruz en México, donde se da la diversificación varietal que ha dado origen a las formas cultivadas que actualmente se conocen.

Este cultivo es bastante importante, ya que por ejemplo Barenque (1991) cita que gracias a la gran adaptabilidad que posee es posible obtener elevadas producciones, ya que permite que se le explote en climas tropicales así como en templados de diversas regiones del país. De igual forma en México el tomate es cultivado prácticamente en todo el territorio pero los principales estados productores son: Sinaloa, Morelos, Sonora, Baja California, San Luis Potosí, Michoacán, Tamaulipas, Guanajuato, Hidalgo y Puebla.

Bringas. (2002) cita que para el periodo agrícola 2000 la superficie dedicada al cultivo del tomate fue de 80,780 Has., las cuales representaron el 17.21% de la superficie nacional sembrada de cultivos hortofrutícolas; ocupando de esta manera el segundo lugar en superficie sembrada el tomate mexicano ocupa la tercera posición en valor y segundo en volumen con una producción anual de 2.4 millones de toneladas.

### **Clasificación Taxonómica y Descripción Botánica**

Según Hunziker (1979), citado por Nuez *et. al.*, (1996) nos dice que la taxonomía generalmente aceptada es:

Clase	Dicotyledoneas
Orden	Solanales (personatae)
Familia	Solanaceae
Sub familia	Solenoidea
Tribu	Solanaea
Género	<u>Lycopersicon</u>
Especie	<u>esculentum</u>

La descripción botánica de acuerdo a Barenque (1991) es: el tomate es una planta hermafrodita, autogama, entre un 3-5% de fecundación cruzada debido a los insectos y es de consistencia herbácea. También reporta que el genero Lycopersicon, contiene una pequeña cantidad de especies, todas ellas herbáceas que crecen en formas diferentes,

dependiendo de los métodos de cultivo. Actualmente se conocen seis especies de Lycopersicon: esculentum, pimpinellifolium, hirsutum, cheesmani, peruvianum, glandulosum.

Se ha encontrado que Lycopersicon esculentum posee cinco variedades botánicas: commune, grandifolium, validium, cerasiforme, pyriforme

Sus características morfológicas son: la semilla de forma ovalada, con tamaño promedio de 3.5 mm de longitud. La cubierta protectora conocida como testa, es de color café pálido y se encuentra envuelta por una capa muy fina de falsos pelillos, que más bien son remanentes de células suberizadas, provenientes de la pared celular (León y Arosamena, 1980).

La raíz emerge de la parte del tallo, situado bajo la superficie del suelo emergen las raíces, tanto estas raíces como las laterales se desarrollan horizontalmente, y el sistema de las raíces en el tomate sea muy extenso (Edmond *et al.*, 1984).

El tallo, según Anderlini (1976), este se debe a que la altura de la planta esta precedida por el desarrollo del tallo, que después de haber producido hojas sobre sus diversos nudos, acaba en una inflorescencia apical. En su longitud, el tallo principal lleva hojas frutos e inflorescencias, este mismo autor establece que las hojas son compuestas, formadas por siete, nueve y algunos casos hasta por once hojas sencillas y que las inflorescencias pueden ser racimos, simples, bifurcados o ramificados. El tipo simple se presenta frecuentemente en la parte baja de la planta; los tipos ramificados se encuentran solo en la parte superior. El número de las flores es variable, y en el mismo racimo o corimbo la floración no es simultánea.

León y Arosamena (1980) reportan que la flor de diversas especies de tomate es de color amarillo brillante. El cáliz y la corola están compuestos de 5 pétalos y sépalos, respectivamente. Las anteras que contienen el polen se

encuentran unida formando un cuello angosto que rodea y cubre el estilo y estigma; dicho arreglo asegura el mecanismo de autofecundación ya que el polen se libera de la parte interior de la antera y clasificaron al fruto del tomate como una baya carnosa que contiene abundantes semillas. Cada semilla se encuentra cubierta por una sustancia mucilaginosa llamada placenta, contenida en cavidades o loculos.

### **Requerimientos Climáticos**

El tomate se adapta muy bien a una gran variedad de climas, siempre que no se produzcan heladas. A temperaturas inferiores a los 12°C se paraliza su actividad vegetativa, estando la óptima comprendida entre los 22-25°C. Los aires secos y calientes le perjudican durante el período de floración al provocar la abscisión de la flor y la polinización se ve disminuida por las bajas temperaturas y por las humedades relativas altas. Los rendimientos están en función de la transpiración, necesitando de 250/275 litros de agua para formar 1 Kg de materia seca. Las necesidades hídricas, según ciclos y prácticas culturales, están comprendidas entre 300 y 600 mm. (De 3,000 a 6,000 m<sup>3</sup>/ha). Para el riego pueden utilizarse aguas ligeramente salinas, hasta 2,5 ds/m sin disminución de los rendimientos, tolerando conductividades de hasta 5 ds/m. en riego por goteo, con bajada sensible de las producciones

[http://www.fertiberia.com/servicios\\_on\\_line/guia\\_de\\_abonado/tomate2.html](http://www.fertiberia.com/servicios_on_line/guia_de_abonado/tomate2.html).

### **Requerimientos Edáficos**

El tomate no es muy exigente en suelos, siempre que tengan un buen drenaje, lográndose los mejores resultados cuando se cultiva en los de textura franca y profundos. En los ácidos es necesario corregir el pH del terreno, preferiblemente con Dolomita dadas sus necesidades en Calcio y Magnesio, para que su desarrollo sea óptimo. Niveles altos de materia orgánica, especialmente en invernadero, pueden ocasionar crecimientos vegetativos excesivos al inicio del cultivo, en detrimento de la producción y de la calidad de los primeros racimos, no siendo algunos autores partidarios

de la adición de estiércol con niveles de materia orgánica en suelo superiores al 2%

([http://www.fertiberia.com/servicios\\_on\\_line/guia\\_de\\_abonado/tomate2.html](http://www.fertiberia.com/servicios_on_line/guia_de_abonado/tomate2.html)).

### **Nutrición del Cultivo.**

El Nitrógeno favorece el desarrollo, la producción y el tamaño del fruto. Su exceso puede ocasionar problemas de esterilidad de las flores y crecimientos anómalos de los frutos, favoreciendo el ahuecado y agrietado de los mismos, por lo que su dosificación debe estar en consonancia con las aportaciones de fósforo y potasio, pues un equilibrio entre los tres nutrientes es fundamental para lograr, además de altos rendimientos, buena calidad comercial.

Las aportaciones teóricas de nitrógeno, deducidas de las extracciones más el factor de corrección por aprovechamiento, deben incrementarse cuando se riegue con aguas salinas, pues altos contenidos de cloruro sódico reducen el calibre del fruto. Este incremento puede llegar hasta un 30/50%, cuando el contenido total de sales del agua supere los 2,5 gramos por litro.

En las primeras 3 semanas posteriores al trasplante, las necesidades de nitrógeno son muy bajas, absorbiendo sólo un 2%, aproximadamente, de las extracciones. Pero, a partir del incremento del desarrollo vegetativo y el engorde del primer racimo el ritmo de absorción se incrementa, llegando a ser en plena recolección del orden de los 5/7 Kg de nitrógeno por hectárea y día.

El Fósforo contribuye al desarrollo de un potente sistema radicular, favorece el grosor y consistencia del tallo y es imprescindible para lograr una buena floración. Su deficiencia al inicio del cultivo puede originar retrasos importantes en la recolección.

El ritmo de absorción del fósforo es similar al del nitrógeno, coincidiendo las mayores necesidades con la floración y engorde de los frutos.

El Potasio tiene una gran influencia sobre la calidad de los frutos. Aumenta la cantidad de sólidos disueltos en el jugo, su peso, consistencia, mejora el sabor y, junto al magnesio, contribuye a la formación y homogénea distribución de los pigmentos colorantes sobre su superficie.

El abonado potásico está muy influenciado por la presencia de cloruros en el agua de riego y por la dosis de nitrógeno. Con aguas de baja conductividad deben incrementarse las aportaciones de potasio, prefijadas de acuerdo con los análisis de suelos y las extracciones; y en los riegos localizados mantener durante todo el cultivo una relación N/K entre 0,4 y 0,8, especialmente a partir del inicio de la recolección, para conseguir frutos consistentes.

La máxima demanda de este nutriente se inicia a los 60/75 días de trasplante, fecha que coincide, aproximadamente, con el engorde del primer racimo y donde existe una intensa actividad vegetativa.

La deficiencia del calcio se corrige con aportaciones de Nitrato de cal, a dosis que pueden oscilar entre los 400/700 Kg./ha. de un fertilizante que contenga un 8% de Nitrógeno (N) y 16% de Óxido de calcio (CaO).

Cuando es necesario aportar magnesio, el Nitrato de magnesio cristalino es el abono más eficaz necesitándose, generalmente, entre 400/600 Kg./ha.

Hay que prestar atención a los primeros síntomas carenciales en hojas, sobre todo en riego por goteo, para su tratamiento por vía foliar o con quelatos.

Dado que la tendencia en el cultivo intensivo del tomate, tanto al aire libre como protegido, es al riego por goteo, a la hora de planificar el abonado es importante contar con un análisis de suelos y de aguas. Si los niveles de fertilidad en el suelo son bajos se hará un abonado de fondo con un complejo con poco contenido en nitrógeno y un equilibrio fósforo / potasio en función del contenido del suelo. Una vez establecido el cultivo, a título orientativo, se aplicará en fertirrigación el siguiente abonado para una producción estimada de 100/120 Ton/ha. y para una conductividad del agua de riego comprendida entre 1,5 y 2,25 ds/m.

[http://www.fertiberia.com/servicios\\_on\\_line/guia\\_de\\_abonado/tomate3.html](http://www.fertiberia.com/servicios_on_line/guia_de_abonado/tomate3.html)).

El abonado del tomate difiere si la producción se destina a industria o a su consumo en fresco. En el primer caso el abonado debe orientarse a concentrar la maduración de los frutos, para facilitar la recolección mecánica y a conseguir unas especificaciones de calidad en cuanto a acidez de los jugos, porcentaje de sólidos solubles, etc., que faciliten su manipulación industrial y su conservación. Normalmente, las aportaciones de fósforo y potasio se limitan al abonado de fondo y las de nitrógeno se dividen entre fondo y una cobertera en floración, en las variedades poco vigorosas, o después del cuaje en las de gran vigor. Las variedades que se cultivan para consumo en fresco son de crecimiento indeterminado y en los mercados se consideran factores de calidad el calibre de fruto, su consistencia, la ausencia de agrietado, la uniformidad en la coloración, etc. Si bien es verdad que en estos parámetros intervienen las características de la variedad, no es menos cierto que mediante la fertilización podemos modificarlos dada la influencia de los principales nutrientes.

[http://www.fertiberia.com/servicios\\_on\\_line/guia\\_de\\_abonado/tomate4.html](http://www.fertiberia.com/servicios_on_line/guia_de_abonado/tomate4.html)).

### **Las Sustancias Humicas**

El húmus es la fracción de la materia orgánica que ejerce en el suelo una serie de acciones físicas, químicas y biológicas que mejoran su nivel de fertilidad. (<http://wwwa012.infonegocio.com/55/espanyol/tecnica.htm>).

A pesar del considerable progreso experimentado por la Química del humus en los últimos veinte años, la estructura de la materia orgánica del suelo continúa sin ser conocida en su mayor parte. Frente a los conceptos clásicos que consideraban las sustancias húmicas como macromoléculas vegetales alteradas, los estudios más recientes han puesto de manifiesto su composición química característica, su origen mediante mecanismos simultáneos de alteración y neoformación, y su actividad reguladora de procesos físicos y químicos en los suelos. Aunque muy probablemente se requieran otros veinte o treinta años para obtener un modelo válido de los sistemas coloidales del humus, en la actualidad se asiste al desarrollo creciente de investigaciones que se encontraban limitadas por la aplicación generalizada de planteamientos procedentes de la química de la lignina y del carbón. Aparte del interés básico de poder llegar a conocer los aspectos fundamentales de la síntesis, estructura y reacciones de estos sistemas macromoleculares, dicho conocimiento es también necesario para explicar los procesos que tienen lugar en el suelo y que se reflejan en el balance de carbono y la productividad de los ecosistemas terrestres

<http://www.ccma.csic.es/dpts/cons/humus/humuses.htm#obj2>.

Los ácidos húmicos son formulaciones líquidas de sustancias húmicas que se emplean habitualmente mediante el agua de riego o en pulverización foliar para incrementar la absorción y asimilación de los nutrientes minerales, de tal forma que actúan sobre el cultivo incrementando el vigor, rendimiento y calidad de la producción.

Incrementan la capacidad de intercambio catiónico, es decir, la capacidad de retención de nutrientes en el suelo para su disposición por el cultivo, y forman complejos estables con microelementos, con lo que se mejora la nutrición previniendo estados carenciales. A ello se une su función bioestimulante que incrementa el desarrollo radicular y la absorción de elementos nutritivos, y además mejora sustancialmente las características agronómicas del suelo, su textura y estructura, porosidad, permeabilidad, etc. Los ácidos húmicos se pueden obtener de diversas materias primas como lignitos, turbas, etc. Nosotros partimos de leonardita, que es un tipo de

lignito muy rico en sustancias humicas por proceder de la descomposición durante milenios de restos vegetales con lignina y celulosa, de tal modo que su elevada concentración permite su extracción para la obtención de formulaciones en forma líquida (<http://www.agrimertin.com/3.htm>).

### **Los Ácidos Húmicos y Fúlvicos**

Son compuestos no bien definidos químicamente, constituyen la parte más "cualificada" de la materia orgánica. Son extraídos de la materia orgánica humificada (estiércol, turba, lignito oxidado, etc.) Aplicados al suelo mejoran las características físicas, químicas y biológicas de éste a la vez que equilibran la solución nutritiva.

Forman húmatos y fúlvatos con los cationes del suelo con lo que evitan la retrogradación. Actúan sobre los compuestos minerales desbloqueando los elementos que los componen; fijan los nutrientes aportados con los abonos disminuyen las pérdidas por lixiviación; activan la flora microbiana autóctona, con lo que aumenta la mineralización y fijación de nitrógeno atmosférico y otros elementos que condiciona la fertilidad; favorecen el desarrollo del sistema radicular con lo que cada planta explora, de forma más eficiente un mayor volumen de suelo; aumenta la permeabilidad celular con lo que se facilita la absorción de nutrientes.

(<http://www.formulacionesagricolas.com/quetzalnet/formulaciones/Espanol/elementos.htm>).

Muchos reportes de la literatura revelan que las sustancias humicas pueden bajo condiciones adecuadas estimular el crecimiento de las plantas. La respuesta de las plantas hacia los ácidos fulvicos fue mayor que la de los ácidos humicos, cuando fueron aplicados en bajas concentraciones, como spray foliares bajo condiciones de campo. Las aplicaciones de humicos bajo condiciones de invernadero directamente al suelo tienen la propiedad de elevar la cantidad de materia seca de las plantas, de manera similar las

adiciones de ácidos fulvicos han incrementado el tamaño de las plantas en ciertos cultivos tales como alfalfa y algunos zacates. (Vaughan, 1985)

Se han observado efectos favorables en el crecimiento de las plantas cultivadas en presencia de pequeñas cantidades de sustancias humicas (5-60 ppm), esto ha sido observado por un largo tiempo. (poapst, 1970)

Los ácidos fulvicos tienen importancia en la producción de iones minerales, son también reconocidos por su habilidad de hacer vitaminas y minerales absorbibles para las plantas. Esto se logra transformando minerales elementales en formas orgánicas que son fácilmente transformadas dentro y a través de las raíces y las membranas de las plantas.

Las plantas absorben minerales y proteínas a través de los pelos radiculares un ion a la vez. La interacción entre los ácidos fulvicos y los elementos minerales debe tomar lugar antes de que esta absorción pueda suceder, cuando los minerales se ponen en contacto con los ácidos fulvicos, en un medio acuoso, los minerales son transformados a una forma iónica o asimilable para la planta a través de un proceso químico natural involucrando ácidos fulvicos y fotosíntesis esto los hace seguros para ser usados tanto en humanos como en animales. (Hipocrates, 2000)

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

Gutiérrez (2001), concluyó que la aplicación de ácidos fúlvicos independientemente del origen, favorece el proceso de crecimiento en plántula de tomate, favoreciendo de distinta manera diferentes partes de la planta.

## **K-tionic.**

Es un producto de concentrado de alta solubilidad a partir de sustancias fúlvicas de origen vegetal que muestra las siguientes características. Incrementa sustancialmente la capacidad de intercambio catiónico y las propiedades buferizantes del suelo provocando mayor disponibilidad en nutrientes. Promueve la conversación o quelación de un número de elementos hacia formas disponibles a las plantas mejorando el consumo de nutrientes y previniendo las clorosis entre otros problemas nutricionales. Forma complejos nutricionales disponibles con los elementos mayores. Provoca cambios sobre las propiedades físicas de los suelos mejorando la capacidad de mantenimiento de humedad. Incrementa la permeabilidad de las membranas celulares facilitando la entrada de nutrientes. Aplicado al suelo vía riego o en fertirrigación favorece el crecimiento de varios grupos de microorganismos benéficos. Genera un mayor desarrollo radicular que se traduce en mayor asimilación de nutrientes. Favorece la asimilación de nutrientes y de reguladores de crecimiento aplicados foliarmente. Se obtienen plantas más sanas y vigorosas que toleran más fácilmente el ataque de plagas y enfermedades. Hace más efectiva la actividad biológica de productos sistémicos para el control de plagas, enfermedades y malezas al facilitar la absorción y traslocación en la planta.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Localización Geografica**

El presente trabajo se realizó en el invernadero del Departamento de Horticultura de la sede de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a los 25°23' latitud norte y 101°00' longitud oeste, a una altura de 1743 msnm. La humedad relativa máxima es del 80% en los meses lluviosos y la mínima es de 30% en promedio en los meses secos, siendo el valor promedio anual de 60% al año.

### **Metodología**

En charolas de poliestireno de 200 cavidades, con la mezcla de 50% de peat-mos y 50% de perlita usado como sustrato se colocaron semillas del tomate híbrido "Río Grande" tipo saladette, el cual es de habito de crecimiento determinado.

En invernadero fueron colocadas en "camas flotantes", a las cuales se le aplicaron 15 L<sup>-1</sup> de agua mezclada con ácidos fúlvicos de diverso origen a la dosis de 0.2 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> de agua (cuadro 1), lo que genero 14 tratamientos y un testigo absoluto (solo agua) y se realizaron tres muestreos de plántulas a las que les fueron medidas las variables: longitud y peso de vástago y raíz.

Lo anterior fue analizado estadísticamente bajo un diseño completamente al azar con 10 repeticiones, para lo cual se empleó el paquete estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (olivares, 1995) y consistió en el análisis de varianza (ANVA) y prueba de medias (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

**Cuadro 1. Descripción de los Tratamientos.**

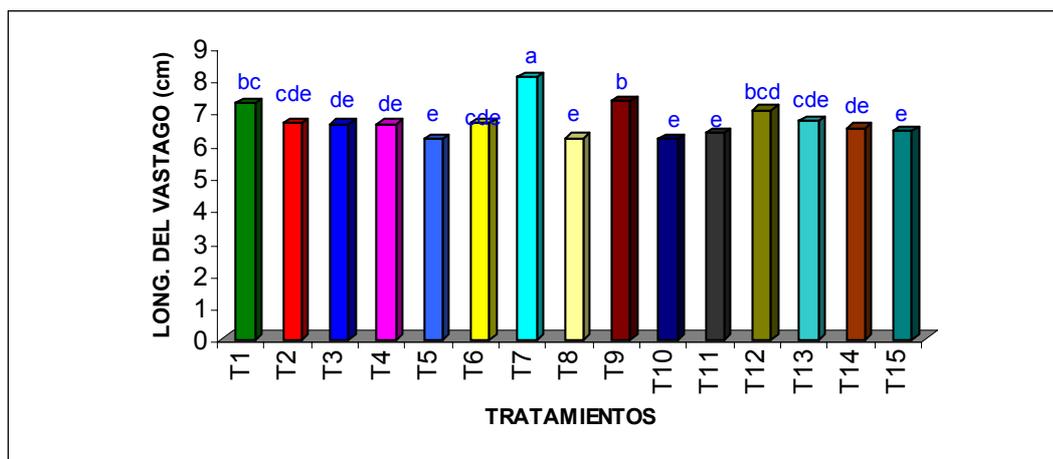
<b>Tratamientos</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis (<math>\text{cm}^3 \text{L}^{-1}</math> agua)</b>
T1= testigo (Agua)	-----	-----
T2= extracto de caprino + proteína 2.5%	Acido fulvico	0.2 cc
T3= extracto de caprino + proteína 5.0%	Acido fulvico	0.2 cc
T4= extracto de caprino + proteína 10%	Acido fulvico	0.2 cc
T5= extracto de caprino + proteína 15%	Acido fulvico	0.2 cc
T6= extracto de gallinaza + proteína 2.5%	Acido fulvico	0.2 cc
T7= extracto de gallinaza + proteína 5.0%	Acido fulvico	0.2 cc
T8= extracto de gallinaza + proteína 10%	Acido fulvico	0.2 cc
T9= extracto de gallinaza + proteína 15%	Acido fulvico	0.2 cc
T10= extracto de bovino + proteína 2.5%	Acido fulvico	0.2 cc
T11= extracto de bovino + proteína 5.0%	Acido fulvico	0.2 cc
T12= extracto de bovino + proteína 10%	Acido fulvico	0.2 cc
T13= extracto de bovino + proteína 15%	Acido fulvico	0.2 cc
T14= K-tionic		0.2 cc
T15= Mezcla: extracto de caprino + proteína 2.5% + extracto de gallinaza + proteína 10% + extracto de gallinaza + proteína 15%.	Acido fulvico	0.2 cc

## RESULTADOS Y DISCUSION

Después de haber analizado el comportamiento de las diferentes variables se presentan los resultados obtenidos y discusión, a través del diseño experimental, para ello fue necesario realizar análisis de varianza (ANVA) y comparación de medias, de los tratamientos así como la presentación de gráficas del comportamiento de cada una de las variables evaluadas.

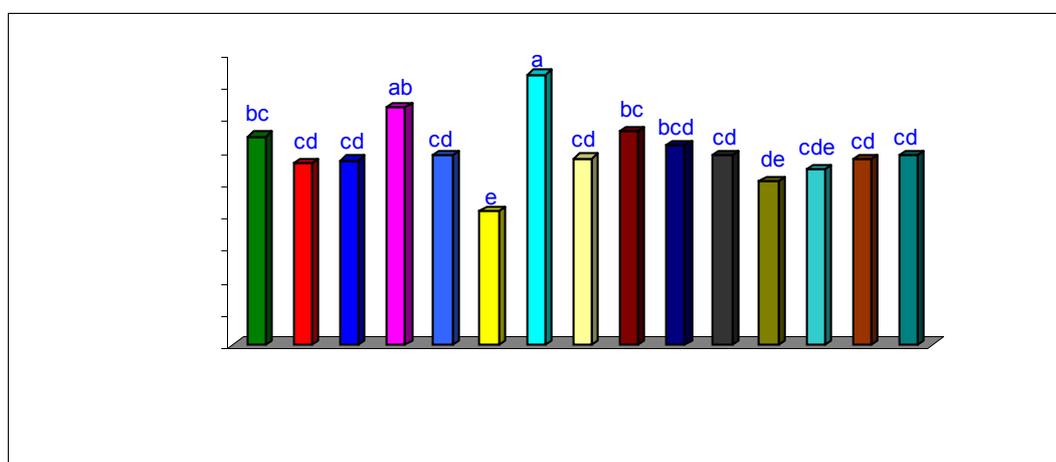
### Longitud del Vástago

La longitud del Vástago mostró una diferencia estadística altamente significativa, en el primer muestreo y los resultados se muestran en la (figura 1), donde las plantas que alcanzaron mayor crecimiento fueron las del tratamiento T7 con aplicación de extracto de gallinaza + proteína 5.0%, seguido por el tratamiento T9 con aplicación de extracto de gallinaza +proteína 15% y T12 extracto de bovino + proteína 10%, con una dosis de  $0.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , en comparación con el testigo.



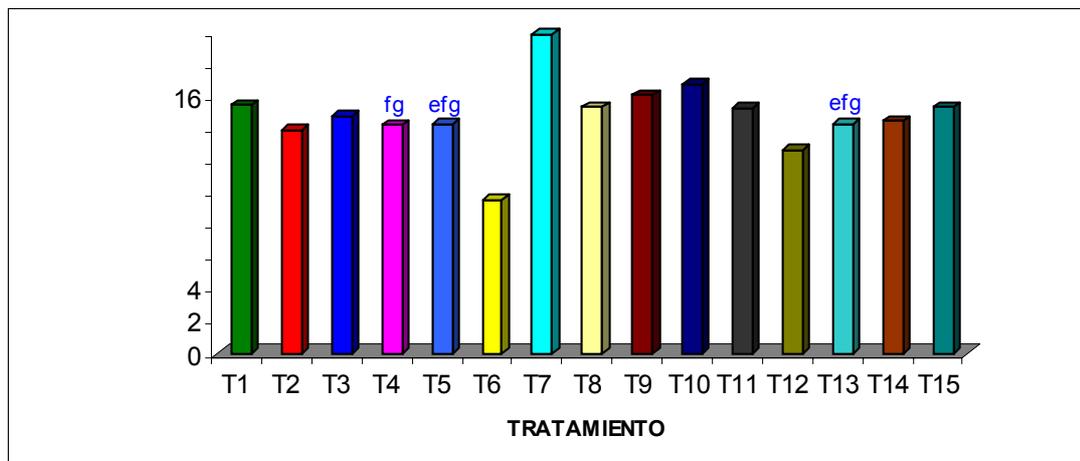
**Figura 1. Longitud de vástago de plántula de tomate en la primera evaluación, en invernadero.**

En el segundo muestreo la longitud del Vástago mostraron diferencias estadísticas altamente significativas, y los resultados se muestran en la (figura 2), Siendo el tratamiento T7 con aplicación de extracto de gallinaza + proteína 5.0%, que alcanzo el mayor crecimiento seguido del T4 con aplicación de extracto de caprino + proteína 10%, y el tratamiento T9 con aplicación de extracto de gallinaza + proteína 15%, con una dosis de  $0.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$  en comparación con el testigo.



**Figura 2. Longitud de vástago de plántula de tomate en la segunda evaluación, en invernadero.**

En el tercer muestreo la longitud del Vástago mostró una diferencia estadística altamente significativa, y los resultados se muestran en la (figura 3), donde las plantas que alcanzaron mayor crecimiento fueron las del tratamiento T7 con aplicación de extracto de gallinaza + proteína 5.0%, seguido de los tratamiento T10 con aplicación de extracto de bovino + proteína 2.5% y T9 con aplicación de extracto de gallinaza + proteína 15% con una dosis de  $0.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , en comparación con el testigo.



**Figura 3. Longitud de vástago de plántula de tomate en la tercera evaluación, en invernadero.**

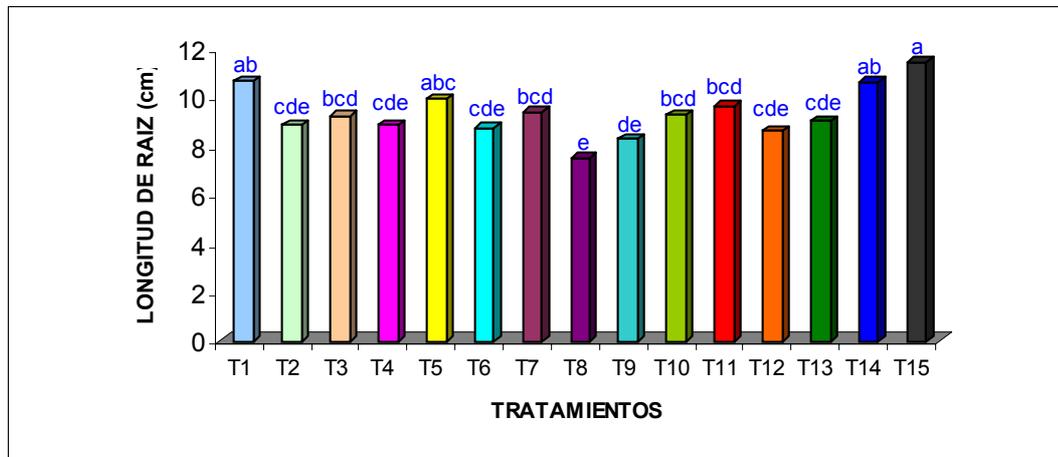
A manera de discusión se tiene que Ramírez (2001) en investigaciones realizadas en tomate aplicando ácidos húmicos con una dosis de 0.6 ml/l de agua obtuvo mayor incremento en la longitud de la planta respecto al testigo; lo cual coincide con lo obtenido en el experimento pero aplicando una dosis de  $0.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ .

Esta investigación coincide con Chen y Aviad (1990) al indicar una respuesta superior de las sustancias húmicas y fulvicas de origen natural, contra aquellas de procedencia comercial. Donde las primeras estimulan el crecimiento de los tallos en varias plantas cuando son aplicadas con soluciones nutritivas a diversas concentraciones.

### **Longitud de Raíz**

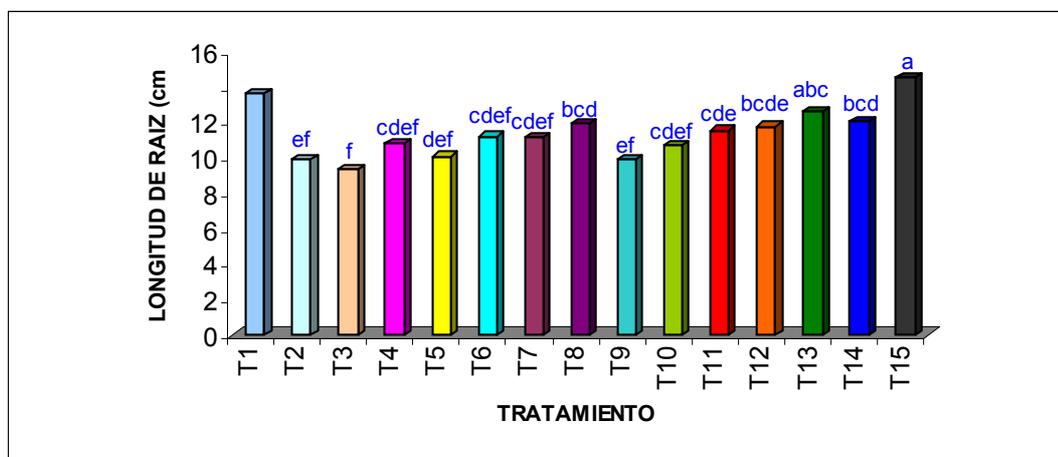
Para esta variable los resultados obtenidos, mostraron que existe una diferencia estadística altamente significativa, en el primer muestreo, estos resultados se muestran en la (figura 4), donde se observa que el tratamiento que obtuvo una mayor longitud de raíz fue el tratamiento T15 Mezcla: extracto de caprino + proteína 2.5% + extracto de gallinaza + proteína 10% + extracto de gallinaza + proteína 15%, seguido de los tratamientos T14 con

aplicación de K-tionic y T5 con aplicación de extracto de caprino + proteína 15%, con una dosis de  $0.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , en comparación con el testigo.



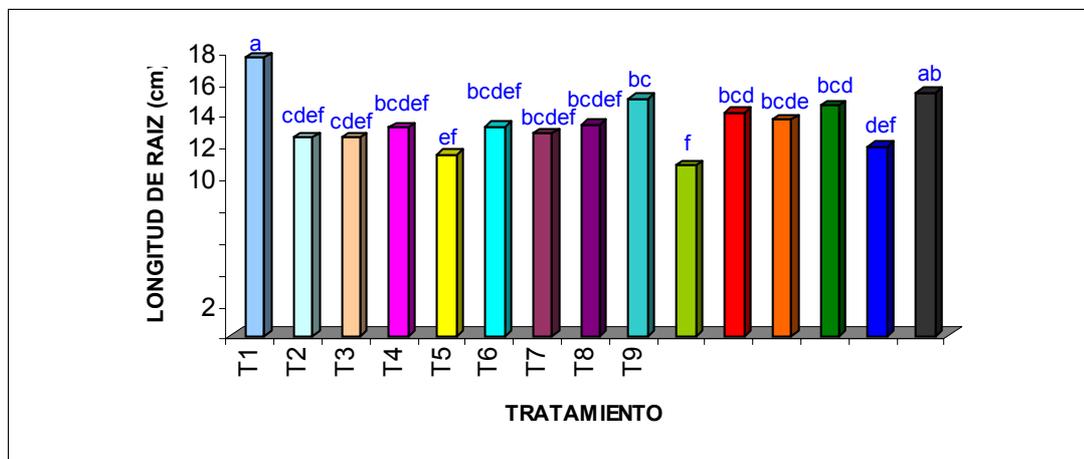
**Figura 4. Longitud de raíz de plántula de tomate de la primera evaluación, en invernadero.**

Para esta variable los resultados obtenidos, mostraron que existe una diferencia estadística altamente significativa, en el segundo muestreo, estos resultados se muestran en la (figura 5), donde se observa que el tratamiento que obtuvo una mayor longitud de raíz fue el tratamiento T15 Mezcla: extracto de caprino + proteína 2.5% + extracto de gallinaza + proteína 10% + extracto de gallinaza + proteína 15%, seguido por el tratamiento T13 con aplicación de extracto de bovino + proteína 15%, con una dosis de  $0.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$  seguido del tratamiento testigo.



**Figura 5. Longitud de raíz de plántulas de tomate en la segunda evaluación, en invernadero**

Para esta variable los resultados obtenidos, mostraron que existe una diferencia estadística altamente significativa, en el tercer muestreo, estos resultados se muestran en la (figura 6), donde se observa que el tratamiento que obtuvo una mayor longitud de raíz el testigo sobresalió de los demás tratamientos T1 testigo (solo agua), aun que numéricamente T15 Mezcla: extracto de caprino + proteína 2.5% + extracto de gallinaza + proteína 10% + extracto de gallinaza + proteína 15%, con una dosis de  $0.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , tuvo una tendencia a compararse igual que el testigo.



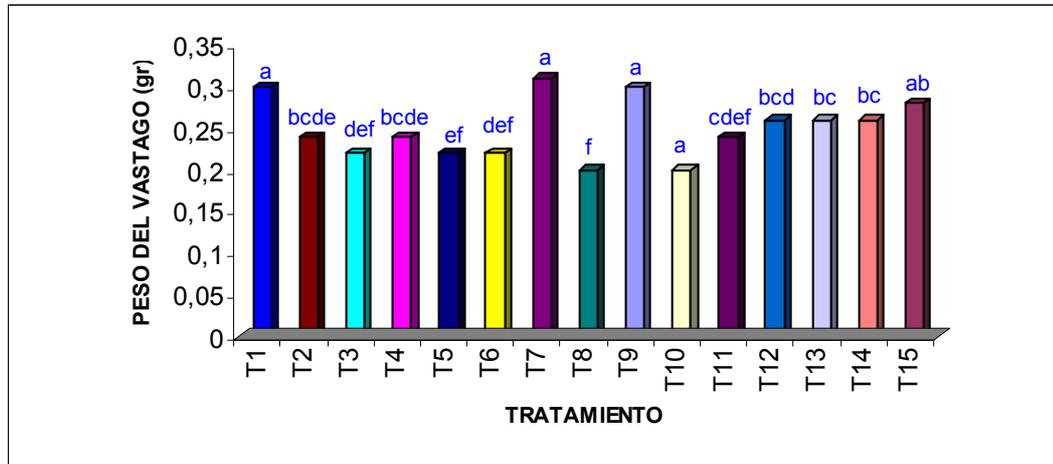
**Figura 6. Longitud de raíz de plántula de tomate en la tercera evaluación, en invernadero.**

A manera de discusión Gutiérrez (2001) aplicando ácidos fúlvicos a plántulas de tomate con una dosis de  $0.2 \text{ ml L}^{-1}$  de agua obtuvo mayor longitud lo cual concuerda con lo obtenido en el experimento aplicando la misma dosis ( $0.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ ).

### **Peso del Vástago**

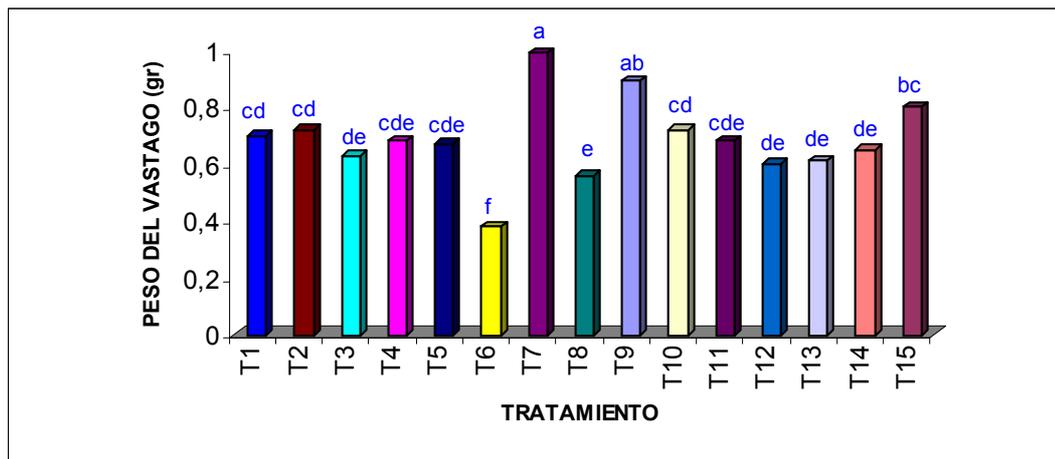
Para esta variable los resultados obtenidos mostraron que existe una diferencia estadística altamente significativa, en el primer muestreo estos resultados se muestran en la (figura 7), donde se observan los tratamientos que obtuvieron mayor peso del vástago fueron los tratamientos T7 con

aplicación de extracto de gallinaza + proteína 5.0%, y T9 con aplicación de extracto de gallinaza + proteína 15%, con una dosis de  $0.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , en comparación con el testigo.



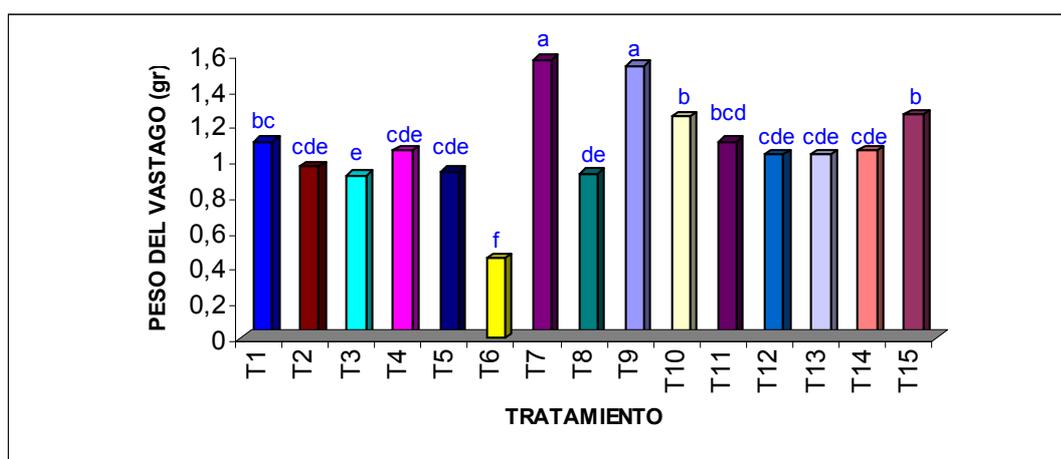
**Figura 7. Peso del vástago de plántula de tomate en la primera evaluación, en invernadero.**

Para esta variable los resultados obtenidos mostraron que existe una diferencia estadística altamente significativa, en el segundo muestreo estos resultados se muestran en la (figura 8), donde se observan los tratamientos que obtuvieron mayor peso del vástago fueron los tratamientos T7 extracto de gallinaza + proteína 5.0%, seguido por el tratamiento T9 extracto de gallinaza + proteína 15%, con una dosis de  $0.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , en comparación con el testigo.



**Figura 8. Peso del vástago de plántula de tomate en la segunda evaluación.**

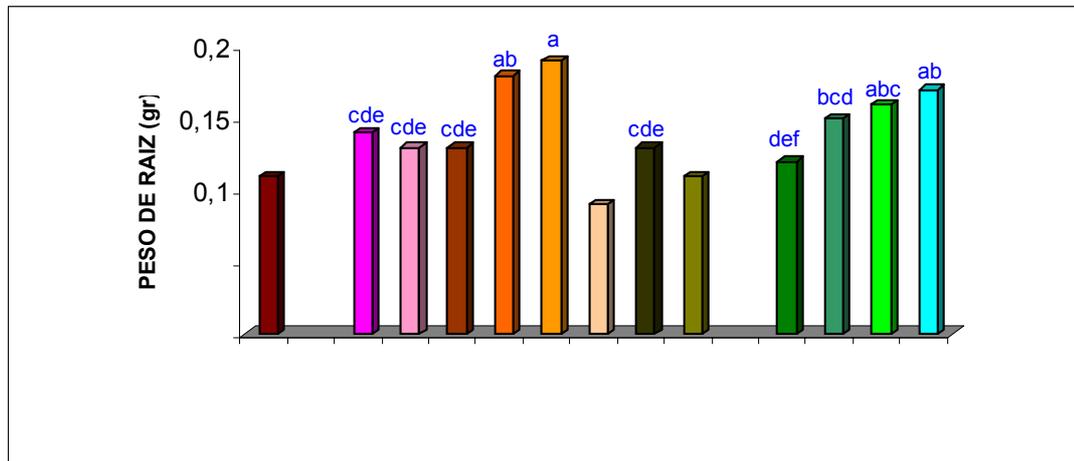
Para esta variable los resultados obtenidos mostraron que existe una diferencia estadística significativa, en el tercer muestreo estos resultados se muestran en la (figura 9), donde se observan los tratamientos que obtuvieron mayor peso del vástago fueron los tratamientos T7 con aplicación de extracto de gallinaza + proteína 5.0%, y T9 con aplicación de extracto de gallinaza + proteína 15%, seguido por los tratamientos T15 Mezcla: extracto de caprino + proteína 2.5% + extracto de gallinaza + proteína 10% + extracto de gallinaza + proteína 15% y T10 con aplicación de extracto de bovino + proteína 2.5%, con una dosis de  $0.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , de agua en comparación con el testigo.



**Figura 9. Peso del vástago de plántula de tomate en la tercera evaluación, en invernadero.**

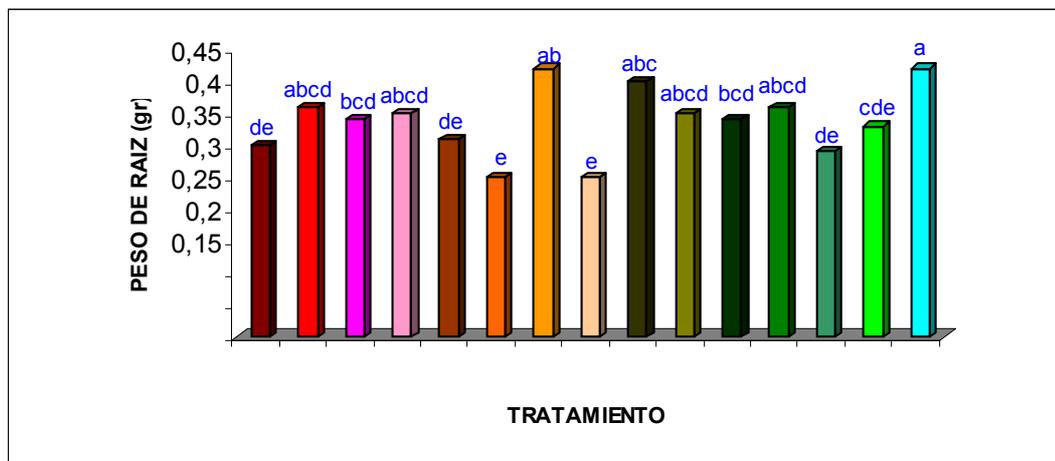
## Peso de Raíz

Para esta variable los resultados obtenidos mostraron que existe una diferencia estadística altamente significativa, en el primer muestreo estos resultados se muestran en la (figura 10), donde se observan los tratamientos que obtuvieron mayor peso de raíz fueron los tratamientos T7 con aplicación de extracto de gallinaza + proteína 5.0%, seguido de los tratamientos T6 con aplicación de extracto de gallinaza + proteína 2.5%, y T15 Mezcla: extracto de caprino + proteína 2.5% + extracto de gallinaza + proteína 10% + extracto de gallinaza + proteína 15%, con una dosis de  $0.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , en comparación con el testigo.



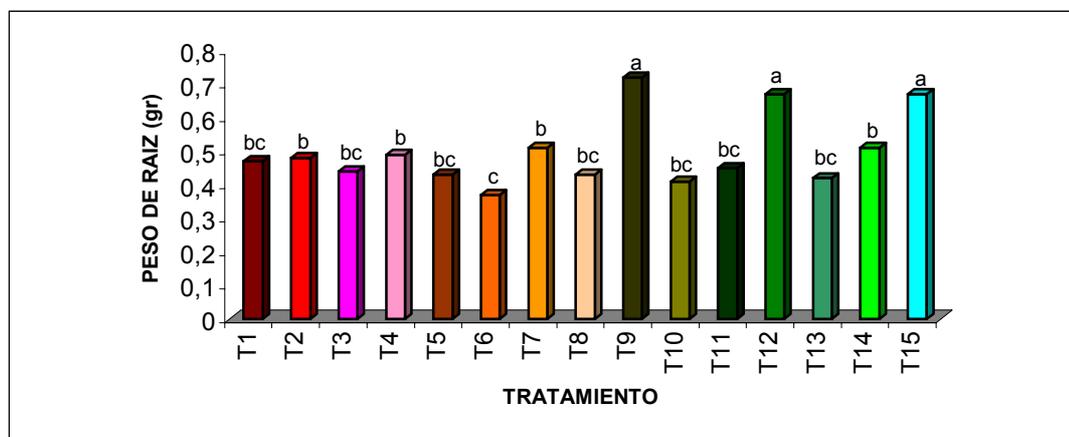
**Figura 10. Peso de la raíz de plántula de tomate en la primera evaluación, en invernadero.**

Para esta variable los resultados obtenidos mostraron que existe una diferencia estadística altamente significativa, en el segundo muestreo estos resultados se muestran en la (figura 11), donde se observan los tratamientos que obtuvieron mayor peso de raíz fueron los tratamientos T15 Mezcla: extracto de caprino + proteína 2.5% + extracto de gallinaza + proteína 10% + extracto de gallinaza + proteína 15%, seguido por el tratamiento T7 extracto de gallinaza + proteína 5.0%, con una dosis de  $0.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , en comparación con el testigo.



**Figura 11. Peso de la raíz de plántula de tomate en la segunda evaluación, en invernadero.**

Para esta variable los resultados obtenidos mostraron que existe una diferencia estadística altamente significativa, en el tercer muestreo estos resultados se muestran en la (figura 12), donde se observan los tratamientos que obtuvieron mayor peso de raíz fueron los tratamientos T9 extracto de gallinaza + proteína 15%, T15 Mezcla: extracto de caprino + proteína 2.5% + extracto de gallinaza + proteína 10% + extracto de gallinaza + proteína 15% y T12 extracto de bovino + proteína 10%, seguido de los tratamientos T7 con aplicación de extracto de gallinaza + proteína 5%, T14 con aplicación de K-tionic, T4 con aplicación de extracto de caprino + proteína 10% y T2 con aplicación de extracto de caprino + proteína 2.5%, con una dosis de  $0.2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ , en comparación con el testigo.



**Figura 12. Peso de la raíz de plántula de tomate de la tercera evaluación, en invernadero.**

## **CONCLUSIONES.**

Los ácidos húmicos extraídos de gallinaza mas el 5% de proteína, aumentó la longitud y peso del vástago, mientras que los ácidos fúlvicos extraídos de extracto de caprino mas el 2.5% de proteína mas gallinaza con 10 y 15% de proteína, aventajo a la longitud de raíz con relación al testigo.

En el peso de raíz los tratamientos más sobresalientes fueron: los ácidos fúlvicos extraídos de gallinaza mas proteína 5%, en el primer muestreo, en el segundo fueron los ácidos fúlvicos obtenidos de caprino mas proteína 2.5% mas extracto de gallinaza mas proteína 10 y 15% y el tercer muestreo fueron los ácidos extraídos de gallinaza mas proteína 15%.

## LITERATURA CITADA

- Anderlini R. 1976 El cultivo del tomate 3ª edición, editorial mundi-prensa Madrid, España. Pag. 23-26.
- Barenque, O. J. R. 1991 Evaluación de ácidos humicos (humitron) y del fertilizante foliar (fultron plus) en sistema de conducción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis licenciatura UAAAN Buenavista Saltillo Coahuila.
- Bringas Guedea, Luis. 2002 productores de hortalizas una publicación de meister publishing. Pag 8.
- Chen, Y and T. Aviad. 1990 Effects of humic substances on plant growth, 161-186 in p. MacCarthy et al (ed) humic substances in soil and crop sciences: selected reading ASA and SSSa, Madison, Wi
- Edmond. J. E. Seen T. L. and Andrews F.S. 1984 Principios de horticultura 7ª edición, editorial continental S. A. d Mex. D. F. Pp 487.
- Gutierrez Jacal Juan Jeromnimo. 2001 Efecto de Acidos Fulvicos de dos origenes, en la dinamica de crecimiento de plantula de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis leenciatura UAAAN Buenavista Saltillo Coahuila.
- Hipocrates, 2000 the miracle of fulvic acid silver spring's research. Internet Issue vol. I-ssue 209

- Leon G. H. Y Arosamena M. 1980 El cultivo del tomate en el valle de Culiacán para consumo en fresco. CIAPANCAECAV. Mex. pag. 11-17
- Nuez, Rodríguez, F. Tello, R. A., cuertero, J., y Segura. 1996. El cultivo del tomate. Editorial Aedos S. A. Barcelona, España. Pag. 17, 18.
- Poapst, P. A. 1970 plant and soil. Canada No. 32, 362-372
- Ramirez, S J. O. 2001 estudio comparativo de acidos humicos perivenientes de materia organica y de leonardita en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila.
- Rosenstein Ster, 1999 Emilio diccionario de especialidades agroquímicas. 9ª edición, editorial ediciones PLM, S. A: de C. V.
- Vaughan, D 1985 soil organi matter and biological activity. ;Martinus Nishoff/DrW. Junk. Ma USA.

## **APENDICE**

**Cuadro 2<sup>a</sup>. Análisis de varianza de la variable longitud del vástago de la primera evaluación.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
<b>TRAT.</b>	<b>14</b>	<b>37.168945</b>	<b>2.654925</b>	<b>5.6213**</b>	<b>0.000</b>
<b>ERROR</b>	<b>135</b>	<b>63.760254</b>	<b>0.472298</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>	<b>100.929199</b>			

**\*\* Altamente significativo**

**CV=10.25%      DMS=0.6024**

**Cuadro 2b. Cuadro de medias de longitud del vástago de la primera evaluación.**

TRATAMIENTO	REPETICION	MEDIAS
T1	10	7.24 bc
T2	10	6.66 cde
T3	10	6.61 de
T4	10	6.62 de
T5	10	6.16 e
T6	10	6.64 cde
T7	10	<b>8.04 a</b>
T8	10	6.18 e
T9	10	7.32 b

T10	10	6.15 e
T11	10	6.35 e
T12	10	7.04 bcd
T13	10	6.7 cde
T14	10	6.5 de
T15	10	6.41 e

**Cuadro 3<sup>a</sup>. Análisis de varianza de la variable longitud de vástago de la segunda evaluación**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>TRAT.</b>	<b>14</b>	<b>521.37000</b>	<b>37.241070</b>	<b>4.3027**</b>	<b>0.000</b>
<b>ERROR</b>	<b>135</b>	<b>1168.455078</b>	<b>8.655223</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>	<b>1689.830078</b>			

**\*\* Altamente significativo**

**CV=24.55%      DMS=2.5788**

**Cuadro 3b. Cuadro de medias de longitud de vástago de la segunda evaluación**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICION</b>	<b>MEDIAS</b>
T1	10	12.87 bc
T2	10	11.23 cd
T3	10	11.38 cd
T4	10	<b>14.66 ab</b>
T5	10	11.74 cd
T6	10	8.29 e
T7	10	<b>16.73 a</b>
T8	10	11.52 cd
T9	10	13.16 bc

T10	10	12.33 bcd
T11	10	11.73 cd
T12	10	10.09 de
T13	10	10.84 cde
T14	10	11.46 cd
T15	10	11.69 cd

**Cuadro 4<sup>a</sup>. Análisis de varianza de la variable longitud del vástago de la tercera evaluación**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>TRAT.</b>	<b>14</b>	<b>669.765625</b>	<b>47.840401</b>	<b>31.7119**</b>	<b>0.000</b>
<b>ERROR</b>	<b>135</b>	<b>203.660156</b>	<b>1.508594</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>	<b>873.42781</b>			

**\*\* Altamente significativo**

**CV=8.28      DMS=1.0766**

**Cuadro 4b. Cuadro de medias de longitud del vástago de la tercera evaluación**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICION</b>	<b>MEDIAS</b>
T1	10	15.46 cd
T2	10	13.9 g
T3	10	14.79 defg
T4	10	14.25 fg
T5	10	14.31 efg
T6	10	9.55 i
T7	10	<b>19.91 a</b>
T8	10	15.37 cde
T9	10	16.1 bc

T10	10	16.8 b
T11	10	15.26 cdef
T12	10	12.65 h
T13	10	14.31 efg
T14	10	14.46 defg
T15	10	15.37 cde

**Cuadro 5<sup>a</sup>. Análisis de varianza de la variable longitud de raíz de la primera evaluación**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>TRAT.</b>	<b>14</b>	<b>139.339844</b>	<b>9.952846</b>	<b>3.4100**</b>	<b>0.000</b>
<b>ERROR</b>	<b>135</b>	<b>394.025391</b>	<b>2.918707</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>	<b>533.365234</b>			

**\*\*Altamente significativo**

**CV=18.29%      DMS=1.4975**

**Cuadro 5b. Cuadro de medias de longitud de raíz de la primera evaluación**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICION</b>	<b>MEDIAS</b>
T1	10	<b>10.66 ab</b>
T2	10	8.85 cde
T3	10	9.24 bcd
T4	10	8.87 cde
T5	10	9.94 abc
T6	10	8.74 cde
T7	10	9.41 bcd
T8	10	7.53 e

T9	10	8.31 de
T10	10	9.26 bcd
T11	10	9.65 bcd
T12	10	8.61 cde
T13	10	9.01 cde
T14	10	<b>10.6 ab</b>
T15	10	<b>11.42 a</b>

**Cuadro 6<sup>a</sup>. Análisis de varianza de la variable longitud de raíz de la segunda evaluación**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>TRAT.</b>	<b>14</b>	<b>284.251953</b>	<b>20.303711</b>	<b>3.8181**</b>	<b>0.000</b>
<b>ERROR</b>	<b>135</b>	<b>717.894531</b>	<b>5.317737</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>	<b>1002.146484</b>			

**\*\* Altamente significativo**

**CV=20.21%      DMS=2.0213**

**Cuadro 6b. Cuadro de medias de longitud de raíz de la segunda evaluación**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICION</b>	<b>MEDIAS</b>
T1	10	<b>13.64 ab</b>
T2	10	9.92 ef
T3	10	9.33 f
T4	10	10.81 cdef
T5	10	10.07 def
T6	10	11.2 cdef
T7	10	11.14 cdef
T8	10	11.97 bcd
T9	10	9.92 ef

T10	10	10.69 cdef
T11	10	11.53 cde
T12	10	11.79 bcde
T13	10	12.62 abc
T14	10	12.05 bcd
T15	10	<b>14.5 a</b>

**Cuadro 7<sup>a</sup>. Análisis de varianza de la variable longitud de raíz de la tercera evaluación**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT.	14	401.042969	28.645926	3.2869**	0.000
ERROR	135	1176.548828	8.715177		
TOTAL	149	1577.591797			

**\*\* Altamente significativo**

**CV=21.93%      DMS=2.5877**

**Cuadro 7b. Cuadro de medias de longitud de raíz de la tercera evaluación**

TRATAMIENTO	REPETICION	MEDIAS
T1	10	<b>17.56 a</b>
T2	10	12.51 cdef
T3	10	12.5 cdef
T4	10	13.15 bcdef
T5	10	11.45 ef
T6	10	13.24 bcdef
T7	10	12.79 bcdef
T8	10	13.32 bcdef
T9	10	14.96 bc

T10	10	10.79 f
T11	10	14.10 bcd
T12	10	13.64 bcde
T13	10	14.55 bcd
T14	10	11.99 def
T15	10	<b>15.37 ab</b>

**Cuadro 8<sup>a</sup>. Análisis de varianza de la variable peso del vástago de la primera evaluación**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT.	14	0.166677	0.011906	6.3977**	0.000
ERROR	135	0.251224	0.001861		
TOTAL	149	0.417901			

**\*\* Altamente significativo**

**CV=17.12%      DMS=0.0378**

**Cuadro 8b. Cuadro de medias de peso del vástago de la primera evaluación**

TRATAMIENTO	REPETICION	MEDIAS
T1	10	<b>0.3 a</b>
T2	10	0.24 bcde
T3	10	0.22 def
T4	10	0.24 bcde
T5	10	0.22 ef
T6	10	0.22 def
T7	10	<b>0.3 a</b>
T8	10	0.2 f
T9	10	<b>0.3 a</b>
T10	10	0.2 f

T11	10	0.24 cdef
T12	10	0.26 bcd
T13	10	0.26 bc
T14	10	0.26 bc
T15	10	<b>0.28 ab</b>

**Cuadro 9<sup>a</sup>. Análisis de varianza de la variable peso del vástago de la segunda evaluación**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT.	14	2.760620	0.197187	9.8191**	0.000
ERROR	135	2.711060	0.020082		
TOTAL	149	5.471680			

**\*\* Altamente significativo**

**CV=20.61%      DMS=0.1242**

**Cuadro 9b. Cuadro de medias de peso del vástago de la segunda evaluación**

TRATAMIENTO	REPETICION	MEDIAS
T1	10	0.7 cd
T2	10	0.72 cd
T3	10	0.63 de
T4	10	0.68 cde
T5	10	0.67 cde
T6	10	0.38 f
T7	10	<b>0.99 a</b>
T8	10	0.56 e
T9	10	<b>0.89 ab</b>
T10	10	0.72 cd
T11	10	0.68 cde

T12	10	0.6 de
T13	10	0.61 de
T14	10	0.65 de
T15	10	0.8 bc

**Cuadro 10<sup>a</sup>. Análisis de varianza de la variable peso del vástago de la tercera evaluación**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT.	14	9.871292	0.705092	17.8403**	0.000
ERROR	135	5.335526	0.039522		
TOTAL	149	15.206818			

**\*\* Altamente significativo**

**CV=18.33%      DMS=0.1743**

**Cuadro 10b Cuadro de medias de peso del vástago de la tercera evaluación**

TRATAMIENTO	REPETICION	MEDIAS
T1	10	1.11 bc
T2	10	0.97 cde
T3	10	0.92 e
T4	10	1.1 cde
T5	10	0.94 cde
T6	10	0.45 f
T7	10	<b>1.57 a</b>
T8	10	0.93 de
T9	10	<b>1.54 a</b>
T10	10	1.25 b

T11	10	1.11 bcd
T12	10	1.04 cde
T13	10	1.04 cde
T14	10	1.06 cde
T15	10	1.26 b

**Cuadro 11<sup>a</sup>. Análisis de varianza de la variable peso de raíz de la primera evaluación**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>TRAT.</b>	<b>14</b>	<b>0.109131</b>	<b>0.007795</b>	<b>4.9409**</b>	<b>0.000</b>
<b>ERROR</b>	<b>135</b>	<b>0.212984</b>	<b>0.001578</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>	<b>0.322115</b>			

**\*\* Altamente significativo**

**CV=29.35%      DMS=0.0348**

**Cuadro 11b. Cuadro de medias de peso de raíz de la primera evaluación**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICION</b>	<b>MEDIAS</b>
T1	10	0.12 ef
T2	10	0.12 def
T3	10	0.14 cde
T4	10	0.13 cde
T5	10	0.13 cde
T6	10	<b>0.17 ab</b>
T7	10	<b>0.19 a</b>
T8	10	0.09 f
T9	10	0.13 cde

T10	10	0.11 ef
T11	10	0.11 def
T12	10	0.11 def
T13	10	0.15 bcd
T14	10	0.16 abc
T15	10	<b>0.17 ab</b>

**Cuadro 12<sup>a</sup>. Análisis de varianza de la variable peso de raíz de la segunda evaluación**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT.	14	0.377522	0.026966	3.2320**	0.000
ERROR	135	1.126358	0.008343		
TOTAL	149	1.503880			

**\*\* Altamente significativo**

**CV=26.96%      DMS=0.0801**

**Cuadro 12b. Cuadro de medias de peso de raíz de la segunda evaluación**

TRATAMIENTO	REPETICION	MEDIAS
T1	10	0.3 de
T2	10	0.36 abcd
T3	10	0.34 bcd
T4	10	0.35 abcd
T5	10	0.31 de
T6	10	0.25 e
T7	10	<b>0.42 ab</b>
T8	10	0.25 e
T9	10	0.4 abc
T10	10	0.35 abcd

T11	10	0.34 bcd
T12	10	0.36 abcd
T13	10	0.29 de
T14	10	0.33 cde
T15	10	<b>0.42 a</b>

**Cuadro 13<sup>a</sup>. Análisis de varianza de la variable peso de raíz de la tercera evaluación**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT.	14	1.554245	0.111018	7.8116**	0.000
ERROR	135	1.918613	0.014212		
TOTAL	149	3.472858			

**\*\* Altamente significativo**

**CV=23.90%      DMS=0.1045**

**Cuadro 13b. Cuadro de medias de peso de raíz de la tercera evaluación.**

TRATAMIENTO	REPETICION	MEDIAS
T1	10	0.47 bc
T2	10	0.48 b
T3	10	0.44 bc
T4	10	0.49 b
T5	10	0.43 bc
T6	10	0.37 c
T7	10	0.51 b
T8	10	0.43 bc
T9	10	<b>0.72 a</b>

---

T10	10	0.41 bc
T11	10	0.45 bc
T12	10	<b>0.67 a</b>
T13	10	0.42 bc
T14	10	0.51 b
T15	10	<b>0.67 a</b>

---