

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**



**Efectividad Biológica de un Biofertilizante en  
Plántulas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

**Por:**

**NORA GUADALUPE LEÓN ALVARADO**

**TESIS**

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

**INGENIERO EN AGROBIOLOGIA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Octubre de 2005**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**

**Efectividad Biológica de un Biofertilizante en Plántulas de Tomate  
(*Lycopersicon esculentum* Mill)**

**Presentada por:**

**NORA GUADALUPE LEON ALVARADO**

**TESIS**

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

**INGENIERO EN AGROBIOLOGIA**

**Aprobado por:**

---

**Dr. Alfonso Reyes López**  
Asesor Principal

---

**Biol. Miguel Agustín Carranza Pérez**  
Sinodal

---

**Lic. Martha Elena Ochoa Balderas**  
Sinodal

---

**M.C. Alfonso Rojas Duarte**  
Sinodal

**Coordinador de la División de Agronomía**

---

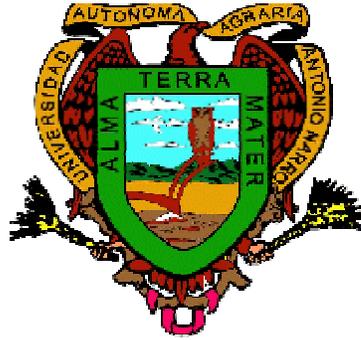
**M.C. Arnoldo Oyervides García**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Octubre del 2005.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



**Efectividad Biológica de un Biofertilizante en Plántulas de  
Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)**

**Por:**

**Nora Guadalupe León Alvarado**

**Participaron en la Ejecución Técnica de este proyecto de  
Investigación:**

M.C. Mildred Flores Verastegui

M.C. Evangelina Rodríguez Solís

Mario Alberto Flores Hernández

Ing. Francisco Alemán Granados

Doct. Alfonso Reyes López  
Responsable del Proyecto

## DEDICATORIA

*A mis padres con todo el Amor y Cariño que se merecen, por ser mi guía, mi ilusión y mi razón de vivir.*

*Javier León Ruiz*

*T. Magdalena Alvarado Hernández*

*Por todo el Amor, esfuerzo y dedicación que me han brindado a lo largo de mi vida, por ser los mejores padres, que con su ejemplo de Nobleza, Sencillez, Alegría y lucha, me enseñaron a salir adelante en los momentos más difíciles, porque siempre estuvieron conmigo a pesar de la distancia y me dieron la confianza de seguir adelante con mi formación profesional.*

*Por el apoyo moral e incondicional que siempre me brindaron, gracias porque siempre me enseñaron a darle una sonrisa a la vida.*

*Dedico a ustedes este trabajo, ya que sin su apoyo y Amor no hubiese logrado terminar.*

*“Mil gracias por todo”*

*A mis Hermanos:*

*Amando, Julio, Aurora, Javier, Ivan, Yulia*

*Por todo el apoyo moral que siempre me brindaron por ser los mejores hermanos y amigos, porque siempre conté con ustedes en los momentos mas difíciles. Siempre estuvieron presentes en mi corazón y mis mejores recuerdos.*

*Con todo cariño y respeto a mis Abuelitos:*

*Luis Alvarado Ramírez*

*Ampo Ruiz Utrilla*

*Alicia Hernández Ramos*

*Filomeno León Sosa (†)*

*Porque siempre confiaron en mi, por sus consejos para seguir adelante.*

*A todos mis tíos, primos, sobrinos y cuñadas porque siempre me dieron la alegría y la confianza de poder compartir momentos de mi vida con ustedes.*

*A Eduardo García Ayala con Amor y admiración, por ser una persona que siempre estuvo conmigo, en los momentos mas difíciles, por compartir Alegrías y tristezas. Por enseñarme a valorar tantas cosas buenas de la vida, por ese corazón tan noble que me brindaste. Gracias por ser como eres.*

*A mis compañeros de la Carrera: Carolina, Paulina, Corintia, Carina, Luz, Maritza, Lucia, Eduardo, Lara, Ismael, Manzano, Emir, Reynaldo, Wilber, Daniel, Sandino, Rene, Omar, Aldrin, Efrén, Edhy, Sergio, Francisco J, Felix, Luis Alberto, Rolendi, Sarahi.*

*Por ser siempre Unidos en cualquier situación, por todas las experiencias tristes y alegres que nos toco vivir. Por salir adelante a pesar de todo. Los llevare por siempre en mi mente y mis buenos recuerdos.*

*A mis buenos compañeros de la CDE: Omar, Rafael, Caro, Yuri, Mario, Dense, Luisa, Gabriel, Hilario.*

## AGRADECIMIENTOS

*“Al pueblo mexicano” ya que gracias a su trabajo, se logran construir escuelas públicas formadoras de mejores profesionistas, con el objetivo de contribuir a la mejora de vida de todos los mexicanos.*

*A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, “Mi Alma Terra Mater” por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme en una de las mejores áreas de estudio que es la Agronomía, por permitirme realizar mi mayor meta, mi formación Profesional.*

*Al Dr. Alfonso Reyes López, por todo el apoyo, amistad y confianza brindada durante la realización de este trabajo, por darme la oportunidad de participar en uno de sus proyectos y realizar esta investigación.*

*Al Biol. Miguel A. Carranza P. Por todo su apoyo incondicional, durante mi estancia durante la Universidad y en la realización de este trabajo, por la confianza y amistad brindada, con respeto y admiración para usted.*

*A la Lic. Martha Ochoa Balderas por brindarme su amistad, y por confiar en mi en todo momento, por ser una persona amable y por todo el apoyo desinteresado que siempre me brinda.*

*Al M.C. Alfonso Rojas Duarte por su buena disposición en participar en la revisión de este trabajo de investigación.*

*A Francisco Alemán, Mario Flores, por brindarme su amistad, y por su apoyo en la realización de este trabajo de investigación, por contar en todo momento con ustedes, y por las sugerencias brindadas.*

*A Silvia y Evangelina por su gran amabilidad y atención en todo momento.*

*A la Lic. Esperanza de la Peña con respeto y admiración por ser una persona que siempre me brinda su amistad y apoyo incondicional.*

## INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS .....	iii
INDICE DE FIGURAS .....	iii
INDICE DE CUADROS .....	iv
RESUMEN .....	v
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	3
Objetivo General .....	3
Objetivo Especifico .....	3
HIPOTESIS .....	3
REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
Origen del Tomate .....	4
Aspectos Botánicos.....	4
Importancia Económica.....	5
Requerimientos del Cultivo.....	6
Requerimientos Nutricionales.....	7
El Uso de Fertilizantes .....	8
Agricultura Orgánica.....	9
Beneficos de la Agricultura Orgánica.....	10
La Agricultura Orgánica en México y en el Mundo. ....	11
Biofertilizantes .....	14
Principales Mecanismos de Acción de los Biofertilizantes. ....	15
Importancia de los Biofertilizantes .....	17
Aminoácidos .....	18
Importancia de los Aminoácidos en las Plantas .....	21
Biofertilizante Comercial K-Tionic .....	23
MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
Localización del Experimento .....	25
Descripción de los Tratamientos.....	25
Establecimiento del Experimento .....	28
Variables Evaluadas.....	29
Longitud de Plúmula.....	29
Longitud de Radícula .....	29
Peso Fresco de Plúmula.....	30
Peso Seco de Plúmula .....	30
Peso Fresco de Radícula .....	30
Peso Seco de Radícula.....	31
Diseño Experimental.....	31
Análisis de Resultados.....	31

RESULTADOS Y DISCUSION .....	32
Longitud de Plúmula.....	32
Longitud de Radícula .....	34
Peso Fresco de Plúmula.....	35
Peso Fresco de Radícula .....	36
Peso Seco de Plúmula y Radícula .....	37
CONCLUSIONES.....	39
LITERATURA CITADA .....	40
APÉNDICE.....	44

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Importancia económica de la agricultura orgánica .....	12
--	----

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Esquema de la conformación de un aminoácido .....	19
Figura 2.- Esquema de la clasificación de Aminoácidos.....	20
Figura 3.- Evaluación de las plántulas de tomate después de los 35 días de la aplicación del Biofertilizante .....	28
Figura 4.- Evaluación de la variable longitud de plúmula .....	29
Figura 5.- Evaluación de la variable Longitud de Radicula .....	29
Figura 6.- Evaluación de la Variable Peso fresco de Plúmula .....	30
Figura 7.- Evaluación de la Variable peso fresco de Radicula .....	30
Figura 8.- Comportamiento de la variable longitud de plúmula con la aplicación de los diferentes tratamientos .....	32
Figura 9.- Comportamiento de la variable longitud de radicula con la aplicación de los diferentes tratamientos .....	34
Figura 10.- Comportamiento del peso fresco de plúmula en plántula de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos .....	35
Figura 11.- Comportamiento del peso fresco de plúmula en plántulas de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos .....	36
Figura 12.- Comportamiento del peso seco de radicula en plántulas de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos.....	37
Figura 13.- Comportamiento del peso seco de plúmula en plántulas de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos .....	38

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Concentración de la suspensión del biofertilizante en los diferentes tratamientos .....	26
Cuadro 2.- Obtención del Biofertilizante a partir de compuestos químicos de diferentes molaridades .....	26
Cuadro 3.- Concentración de Aminoácidos libres en el Biofertilizante Experimental reportado en porcentajes .....	27

## RESUMEN

La sostenibilidad de los sistemas agrícolas a largo plazo debe fomentar el uso y manejo efectivo de los recursos internos de los agroecosistemas; como son suelo, agua, atmósfera, plantas y animales. En este sentido, los biofertilizantes constituyen un componente vital de los sistemas sostenibles ya que permiten un manejo adecuado de los recursos naturales, al reducir el consumo de los principales contaminantes del suelo como son los fertilizantes químicos.

El presente trabajo se desarrolló en los invernaderos de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, con el objetivo de estudiar el efecto de un biofertilizante en plántulas de tomate; el biofertilizante a base de micelio de Penicilina fue combinado con fertilizante químico triple 17, y comparado con un Biofertilizante comercial Ktionic como testigo y un segundo testigo que consistió en la aplicación de fertilizante químico Triple 17.

Se evaluaron parámetros de crecimiento y desarrollo de las plántulas, con las variables de longitud de plúmula y radícula, peso fresco y seco de raíz y plúmula, se obtuvo un resultado favorable en cuanto a la aplicación del biofertilizante, ya que las plantas presentaron crecimiento y desarrollo uniforme, en comparación al testigo. Los tratamientos 5 y 6 fueron los que presentaron resultados mas sobresalientes en comparación a los de mas tratamientos,

presentando para la variable longitud de radícula un valor de 18.0933 cm para el caso del tratamiento 6, y para la variable peso fresco de radícula un valor de 1.086 y 1.088 gr. para los tratamientos 5 y 6.

En el caso del biofertilizante comercial (Ktionic) presentó buenos resultados en cuanto a longitud, peso fresco y seco de plúmula, excepto en longitud de radícula, que incluso fue superado por el testigo.

## *INTRODUCCIÓN*

El tomate es uno de los cultivos más importantes desde el punto de vista económico y productivo. Mundialmente se producen alrededor de 86 000 000 toneladas, encontrándose México en el décimo lugar como país productor de este cultivo (Sánchez, 2002).

En México el tomate es considerado como la segunda especie hortícola en importancia por la superficie cultivada, y la primera por su valor de producción, pero se ha destacado en los últimos años por la incorporación de constantes tecnologías para su producción, siendo frecuente el uso de fertilizantes químicos en grandes cantidades que conducen a la baja eficiencia en la absorción de nutrientes (Peña y Grajeda, 1997) trayendo como consecuencia un aumento en los costos de producción, y un incremento en el impacto ambiental derivado de las pérdidas nutrimentales que contaminan al suelo, agua y atmósfera. (Servicio de Información Agronómica, 2005).

Por lo anterior, es necesario encontrar sistemas de producción apegados lo mas cercano posible a la no aplicación de agroquímicos, siendo uno de los caminos, la agricultura orgánica, la cual según la FAO(2001), en forma general la define como un método agrícola en el que no se utilizan fertilizantes ni plaguicidas sintéticos.

En México, la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, debido a el agotamiento de la

fertilidad de los suelos, a técnicas de monocultivo, sobre laboreo, uso indiscriminado de fertilizantes químicos y pesticidas entre otros, que han deteriorado el equilibrio ecológico del suelo, ha obligado a buscar alternativas en el manejo del cultivo, como el empleo de Biofertilizantes.

El uso de Biofertilizantes, constituyen un componente vital de los sistemas sostenibles, ya que es un medio económicamente atractivo y aceptable para reducir los gastos de producción y de esta forma mejorar y conservar los recursos naturales como son agua, suelo, y atmósfera.

En los Biofertilizantes se encuentran sustancias como; reguladores de crecimiento (Auxinas, Giberelinas, y Citoquininas), Aminoácidos, Vitaminas, que al interactuar con la planta promueven o desencadenan diferentes eventos metabólicos en función de estimular el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento de cultivos económicos.

Es necesario buscar alternativas de producción que permitan sustituir el uso de fertilizantes químicos, y una de ellas sería la utilización de Biofertilizantes, que representaría un beneficio económico y reduciría el impacto negativo de la producción agropecuaria sobre el medio ambiente.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Determinar el efecto del Biofertilizante a base de micelio de penicilina en el crecimiento de las plántulas de tomate.

## **OBJETIVO ESPECIFICO**

- Comparar el efecto del Biofertilizante Experimental con el Biofertilizante Comercial K-Tionic en el desarrollo de las plántulas de Tomate.

## **HIPÓTESIS**

- El Biofertilizante a base de micelio de penicilina, aumenta el crecimiento y desarrollo en las plántulas de tomate.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

## Origen del Tomate

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill ), pertenece a la familia de las solanáceas, es una planta nativa de América Tropical, cuyo centro de origen se localiza en la región de los Andes, integrado por Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia, y Perú donde existe la mayor variabilidad genética y abundancia en tipos silvestres.

## Aspectos botánicos

El tomate es una planta perenne, perteneciente a la familia de las **Solanaceae**, de porte arbustivo que se cultiva como anual, puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta., su sistema radicular cuenta con una raíz principal; que cuenta con pelos absorbentes especializados en la absorción de agua y el transporte de los nutrientes. , y raíces secundarias muy numerosas y eficientes. El tallo principal tiene un grosor de entre 2 y 4 cm en su base, sobre el que se desarrollan las hojas, tallos secundarios e inflorescencias.

En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. Sus hojas son alternas, de 7 a 9 foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado. Las inflorescencias axilares se desarrollan en cada 2-3 hojas.

El fruto es una baya de forma globular, ovoide o aplastada, cuyo peso oscila, según variedades entre 5 y 500 gramos. Esta constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. (InfoAgro, 2003).

## **Importancia Económica**

Mundialmente se producen alrededor de 86 000 000 toneladas de tomate, encontrándose México en el décimo lugar como país productor de este cultivo.

En México la producción de tomate en la última década 1991-2000 fue de 19 millones de toneladas, concentrándose el 70% de la producción en los estados de Sinaloa, Baja California Norte, San Luis Potosí y Michoacán. (Sánchez, 2002).

La producción de tomate orgánico en México se lleva a cabo en Baja California Sur, pero si bien la cosecha es orgánica, los rendimientos son bajos, por lo que es conveniente, producir en invernadero, garantizando rendimientos mucho más elevados, garantizando obviamente la aplicación de insumos orgánicos para garantizar la obtención de un producto orgánico y prácticamente inocuo. (López, 2004).

A nivel mundial el tomate ocupa el 2º lugar entre las hortalizas. Nacionalmente es el más importante tanto para la generación de empleos como para la aportación de divisas derivados de la exportación (Aserca, 2002).

(López, 2004) menciona que en Baja California Sur, el tomate orgánico ocupa diez veces menos superficie que el convencional, pero alcanza una cotización diez veces mayor que el convencional.

## **Requerimientos del cultivo**

La temperatura óptima de desarrollo para el tomate, oscila entre 20 y 30 °C durante el día y entre 1 y 17 °C durante la noche; La humedad relativa óptima oscila entre un 60 % y un 80 %. Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta.

El tomate se puede sembrar en suelos que van de arenosos a arcillosos. Los mejores rendimientos se obtienen en suelos de textura franco arenosa y franco limosa, profundos y muy bien drenados. El pH puede estar entre 5,5 y 6,8. (DGIEA, 1991).

## **Requerimientos Nutricionales**

En cuanto a la nutrición del Tomate, el Nitrógeno juega un papel importante en cuanto a la producción y el tamaño de los frutos. Su exceso puede ocasionar problemas de esterilidad de las flores y crecimientos anómalos de los frutos, favoreciendo al ahuecado y agrietado de los mismos; por lo que su dosificación debe estar en consonancia con las aportaciones de fósforo y potasio, pues su equilibrio entre los tres nutrientes es fundamental para lograr además de altos rendimientos, buena calidad comercial.

El fósforo favorece en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores.

El calcio es otro macroelemento fundamental en la nutrición del tomate para evitar la necrosis apical.

Entre los microelementos de mayor importancia en la nutrición del tomate se encuentran el hierro, que juega un papel primordial en la coloración de los frutos, y en menor medida en cuanto a su empleo, se sitúan manganeso, zinc, boro y molibdeno. ( Nuez, 1995).

## **El uso de Fertilizantes**

En México, el uso de fertilizantes químicos se inició a principios del siglo pasado y la producción de los mismos en 1915 (Reyes , 1981). La utilización de fertilizantes sólidos es mayor que el uso de líquidos y gases (FERTINAL, 1994); estas últimas fuentes se utilizan en zonas más tecnificadas, como el Bajío-Guanajuato, valle de Sinaloa y valle del Yaqui-Sonora.

Según Hernández (2005), menciona que los fertilizantes químicos representan uno de los mayores insumos agrícolas. Su producción y uso se ha incrementado enormemente en las últimas décadas, sobre todo en países desarrollados, ocasionando serios daños a la ecología del planeta: la volatilización de óxidos de nitrógeno a la atmósfera que conlleva la destrucción de la capa de ozono; el agotamiento de recursos renovables; el desequilibrio del ciclo global de nitrógeno en la Tierra y la contaminación de los mantos acuíferos por exceso de nitratos.

Los aumentos de producción se deben en más de 55% al uso de fertilizantes, cuyo consumo aumentó entre 1950 y 1983 de cinco a veinticinco kilos per capita. Los aumentos de productividad han sido importantes en los

cultivos de cereales en los países en desarrollo, cuyos rendimientos aumentaron en 42% entre los años 1968-1972 (promedio de cinco años) y 1984-1988.

El uso de fertilizantes juegan un papel importante en reacciones químicas en el ambiente que originan efectos indeseables . Los nitratos y los fosfatos pueden producir contaminación de ríos, lagos y de las costas; al ser absorbidos por los organismos, estos los convierten en nitritos, que son tóxicos, y a óxido nítrico, gas que se desprende a la atmósfera y que contribuye , tanto al agotamiento de la capa de ozono como al calentamiento global (Bauer, 2002).

### **Agricultura Orgánica**

El término agricultura orgánica se refiere al proceso que utiliza métodos que respetan el medio ambiente, y que evita el uso de productos químicos como fertilizantes, insecticidas, y herbicidas en plantas, que pueden causar contaminación de los alimentos y degradación cuantitativa y cualitativa de los suelos, del agua y de todos los recursos esenciales, para lograr incrementos en la producción de alimentos( FAO, 2001).

La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular la

biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Los sistemas de producción orgánica se basan en normas de producción específicas y precisas cuya finalidad es lograr agroecosistemas óptimos que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico y económico (FAO, 2001)

Según Gomes *et al* (1999), El surgimiento de esta agricultura se explica porque en las últimas décadas se han presentado en el mundo cambios importantes en la demanda y el consumo de alimentos. Dichos cambios responden principalmente a una fuerte preocupación por la salud y a las nuevas exigencias en los gustos y preferencias de los consumidores, así como a la mayor conciencia que ahora se tiene de la necesidad de proteger al medio ambiente.

## **Beneficios de la Agricultura Orgánica**

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

El sistema de producción orgánica procura potenciar los ciclos naturales de la vida, no la supresión de la naturaleza y por lo tanto es el resultado de la

interacción dinámica del suelo, plantas, animales, seres humanos y el medio ambiente (FAO, 2001)

## **La agricultura orgánica en México y en el mundo**

La agricultura orgánica, que se caracteriza por excluir el uso de productos de síntesis química (fertilizantes y plaguicidas en general), organismos modificados genéticamente, aguas negras y radiaciones en los alimentos, es una de las pocas alternativas productivas que se están vislumbrando en el campo mexicano.

Gomes *et al* (2005) menciona que los productos orgánicos conquistan cada vez más rápidamente las estructuras de mercado de alimentos en el ámbito mundial. En el año 2002, las ventas de estos productos alcanzaron 23 000 millones de dólares, superando los 19 000 millones alcanzados en 2001. El cuidado de la salud y la protección del medio ambiente son los principales motivos por los cuales los consumidores prefieren los productos orgánicos, que están libres de residuos tóxicos.

El dinámico y atractivo mercado de los alimentos orgánicos está estimulando poderosamente la reconversión de la agricultura convencional a la agricultura orgánica. En el mundo se registran más de 24 millones de hectáreas

cultivadas orgánicamente. Entre los países con mayor superficie orgánica cultivada está en primer lugar Australia, con 10 millones de hectáreas, seguido por Argentina, con casi 3 millones, e Italia con 1.2 millones. A estos países les siguen en importancia Estados Unidos, Brasil, Uruguay, Gran Bretaña, Alemania, España y Francia. (Gomes *et al* 2005).

Según Gómez *et al* (2005), A nivel mundial, México ocupa el 18º lugar por superficie orgánica y está ubicado en el contexto internacional como país productor-exportador de alimentos orgánicos y como primer productor de café orgánico. En el país, el sector orgánico es el subsector agrícola más dinámico, pues ha aumentado su superficie cultivada orgánicamente de 23 000 ha en 1996 a 103 000 ha en 2000, y para 2002 se estimó que alcanzó las 216 000 ha. Para el año 2000, esta agricultura fue practicada por más de 33 000 productores en 262 zonas de producción de 28 estados de la República, lo cual generó 139 millones de dólares en divisas y 16.4 millones de jornales por año. De acuerdo con las estimaciones del 2002 el número de los productores orgánicos fue de 53 000 y la generación de divisas fue de 280 millones de dólares . (Tabla 1).

Tabla 1. México. Importancia Económica de la Agricultura Orgánica

	<b>1996</b>	<b>1998</b>	<b>2000</b>	<b>2002*</b>
Superficie (ha)	23 265	54 457	102 802	215 843
Número de Productores	3 176	27 914	33 587	53 577
Empleo (1,000 jornales)	3 722	8713	16448	34534
Divisas generadas (US \$ 1,000)	34 293	72 000	139 404	280 698

Fuente: Elaboración propia a partir de trabajo de campo, 1996, 1998 y 2000.

\* Estimación Propia

(Luna, 2005), detalló que, en México, los principales estados productores de alimentos orgánicos son Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Chihuahua y Guerrero, que concentran 82.8% de la superficie orgánica total. Tan sólo Chiapas y Oaxaca cubren 70% del total.

En el país se cultivan más de 45 productos orgánicos, de los cuales el café es el más importante por superficie cultivada, con 66% del total (70 838 ha) y una producción de 47 461 ton; en segundo lugar se ubica el maíz, azul y blanco, con 4.5% de la superficie (4 670 ha) y una producción de 7 800 ton. y en tercer lugar está el ajonjolí, con 4% de la superficie (4 124 ha) y una producción de 2 433 ton; a estos cultivos les siguen en importancia las hortalizas, con 3 831 ha; el agave, con 3 047 ha; las hierbas, con 2 510 ha; el mango, con 2 075 ha; la naranja, con 1 849 ha; el frijón, con 1 597 ha; la manzana, con 1 444 ha; la papaya, con 1 171 ha, y el aguacate con 911 ha. También, aunque en menor superficie, se produce soya, plátano, cacao, vainilla, cacahuete, piña, jamaica, limón, coco, nuez, garbanzo, maracuyá y duraznos.

## ***Biofertilizantes***

Los Biofertilizantes pueden definirse Según (Martínez y Dibut, 1996) como preparados que contienen células vivas o latentes de cepas microbianas. A través de la aplicación de estos que contengan superpoblaciones de microorganismos desde 100 hasta 100.000 millones de ufc/ml (Unidades formadores de colonias por mililitro) que se utilizan para aplicar a las semillas o al suelo, con el objetivo de incrementar el número de estos microorganismos en el medio y acelerar los procesos microbianos, de tal forma que se aumenten las cantidades de nutrientes que pueden ser asimilados por las plantas o se hagan más rápidos los procesos fisiológicos que influyen sobre el desarrollo y el rendimiento de los cultivos.

Estos microorganismos son eficientes fijadores de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo o potenciadoras de diversos nutrientes, además de suministrar sustancias hormonales o promotoras de crecimiento (auxinas, giberelinas, citoquininas, aminoácidos, vitaminas y peptidos) necesarias para su desarrollo.

Según Dibut(2001) menciona que la utilización de los Biofertilizantes constituye uno de los procedimientos más económicos y que más beneficios reporta al agricultor.

Varios de los procesos biotecnológicos relacionados con la biofertilización de las plantas son ya explotados comercialmente en el mundo, mientras otros se encuentran en fase de investigación o de desarrollo tecnológico.

### *Principales mecanismos de acción de los Biofertilizantes*

El aumento en la biomasa vegetal y el rendimiento agrícola en los cultivos puede ser posible mediante la aplicación de microorganismos estimuladores del crecimiento capaces de producir un conjunto de sustancias conocidas como sustancias fisiológicamente activas (Martínez y Dibut , 1996).

Este mecanismo se distingue por la diferencia existente entre cepas microbianas de mayor o menor eficiencia en la síntesis de estas sustancias, por lo que se establece un proceso de selección de las cepas más efectivas en cuanto al potencial estimulador que presentan, el cual se caracteriza por la actividad de un gran número de enzimas y rutas metabólicas, que finalmente se manifiestan en la producción de este conjunto de compuestos.

Entre estas sustancias se relacionan:

- \_ Reguladores del crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas).
- \_ Aminoácidos.
- \_ Péptidos de bajo peso molecular.
- \_ Vitaminas.

Estas sustancias, al interactuar en su conjunto con el metabolismo vegetal, provocan diferentes efectos beneficiosos desde el punto de vista agrobiológico, entre los que se encuentran:

- \_ Incremento en el número de plántulas que emergen.
- \_ Acortamiento del ciclo de los cultivos entre 7 y 10 días.
- \_ Aumento en los procesos de floración y fructificación.
- \_ Incremento entre 5 y 20% del rendimiento.
- \_ Obtención de frutos con mayor calidad comercial.

(Martínez y Dibut, 1996) Mencionan que en un experimento realizado comprobaron que con la aplicación de biofertilizantes a base de *Azotobacter chroococcum*, con reducciones del 30% del fertilizante nitrogenado, permite incrementos del rendimiento por la acción de las sustancias activas estimuladoras del rendimiento sintetizadas por las bacterias, además de su acción fijadora de nitrógeno atmosférico, que permite suministrar a las plantas una parte importante del nitrógeno que necesitan.

Mencionan también que con la aplicación de Biofertilizantes en Tomate (*Lycopersicon esculentum*), existió un rendimiento de 45.87 Ton/Ha, a diferencia de la fertilización Nitrogenada donde se obtuvo 36.43 Ton/Ha.

Actualmente, se recomienda su aplicación en diferentes cultivos, con un notable ahorro en aplicaciones de herbicidas y laboreo en general, lográndose incrementos entre 20 y 35% en el rendimiento, con la obtención de frutos y granos de mayor calidad en cuanto a tamaño, peso y apariencia.

(Álvarez *et al.*, 2002).

### **Importancia de los Biofertilizantes**

En la última década a escala mundial y bajo los principios bio-tecnológicos, se han estado introduciendo en la práctica agrícola, numerosos bioproductos de origen animal, vegetal o microbiano, para sustituir en gran medida los productos químicos, abaratar la producción agrícola y reducir los riesgos de contaminación ambiental. (Rodríguez, 1993).

La aplicación de biofertilizantes a los cultivos, es una estrategia importante para mejorar o preservar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos y por consiguiente su potencial agroproductivo.

Los microorganismos existentes en el suelo no son sólo capaces de fijar el nitrógeno atmosférico, aumentar la capacidad extractiva de nutrimentos por

parte del sistema radical de las plantas, solubilizar fósforo insoluble en el suelo, sino que también son productores de sustancias promotoras o inhibidoras del crecimiento vegetal y tienen en general un sin número de funciones en la microambiente del suelo, de gran interés teórico y práctico para la producción agropecuaria.

Varios de los procesos biotecnológicos relacionados con la biofertilización de las plantas son ya explotados comercialmente en el mundo, mientras otros se encuentran en fase de investigación o de desarrollo tecnológico.

El Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno de la Universidad Nacional Autónoma de México (CIFN-UNAM) menciona que la aplicación de biofertilizantes duplican el rendimiento por hectárea en comparación con fertilizantes químicos tradicionales, reducen 50 por ciento el consumo de agua de riego para los cultivos y abaratan costos a los productores, quienes con un paquete de 400 gramos de biofertilizante que cuesta diez pesos pueden cultivar hasta una hectárea de cereal. (Hernández, 2005).

## **Aminoácidos**

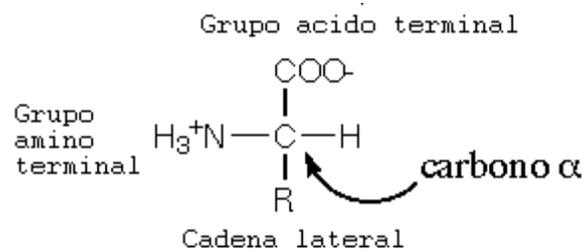
Los aminoácidos son las unidades que forman a las proteínas y están constituidos por los cuatro elementos necesarios para la vida: carbono,

hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; algunos además poseen azufre, fósforo, cobre y otros elementos inorgánicos.

Los aminoácidos (aa) son moléculas orgánicas pequeñas con un grupo amino ( $\text{NH}_2$ ) y un grupo carboxilo ( $\text{COOH}$ ) (Figura 1). La gran cantidad de proteínas que se conocen están formadas únicamente por 20 aa diferentes. (Figura 2).

Todos los aminoácidos tienen la misma fórmula general:

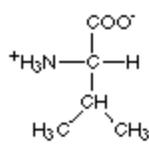
Figura 1.- Esquema de la conformación de un Aminoácido.



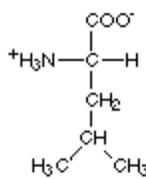
Generalmente, el número de aminoácidos que forman una proteína oscila entre 100 y 300. Los enlaces que participan en la estructura primaria de una proteína son covalentes: son los enlaces peptídico. El enlace peptídico es un enlace amida que se forma entre el grupo carboxilo de un aminoácido con el grupo amino de otro, con eliminación de una molécula de agua. Independientemente de la longitud de la cadena polipeptídica, siempre hay un extremo amino terminal y un extremo carboxilo terminal que permanecen intactos. (Alarcón 2000).

Figura 2.- Esquema de la Clasificación de los Aminoácidos

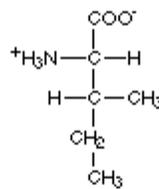
Aminoácidos con grupos laterales hidrofóbicos



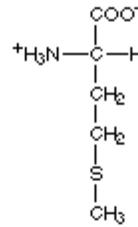
Valina  
(val)



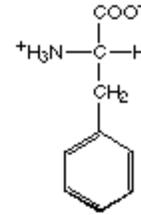
Leucina  
(leu)



Isoleucina  
(ile)

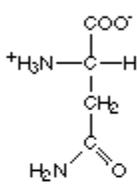


Metionina  
(met)

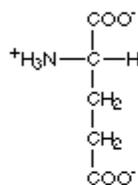


Fenilalanina  
(phe)

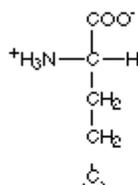
Aminoácidos con grupos laterales hidrofílicos



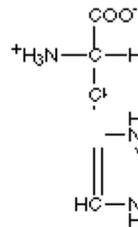
Asparagina  
(asn)



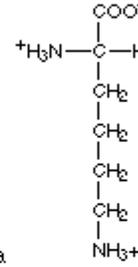
Glutámico  
(glu)



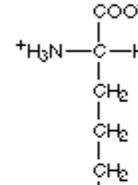
Glutamina  
(gln)



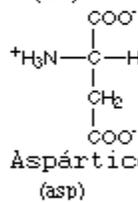
Histidina  
(his)



Lisina  
(lys)

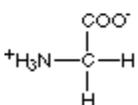


Arginina  
(arg)

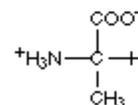


Aspártico  
(asp)

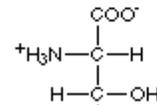
Con características intermedias



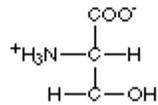
Glicina  
(gly)



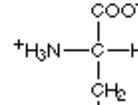
Alanina  
(ala)



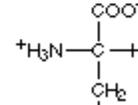
Serina  
(ser)



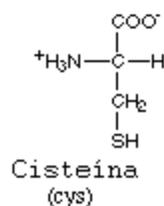
Treonina  
(thr)



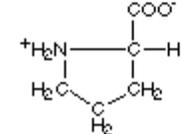
Tirosina  
(tyr)



Triptófano  
(trp)



Cisteína  
(cys)



Prolina  
(pro)

## **Importancia de los Aminoácidos en las plantas**

Según Cervantes (2005), menciona que los aminoácidos constituyen la base fundamental de cualquier molécula biológica, y son compuestos orgánicos. En cuanto a esto; no puede realizarse proceso biológico alguno, sin que en alguna fase del mismo intervengan los aminoácidos.

Las proteínas son sustancias orgánicas nitrogenadas de elevado peso molecular, y todas están constituidas por series definidas de aminoácidos.

Las plantas sintetizan los aminoácidos a través de reacciones enzimáticas, por medio de procesos de aminación y transaminación, los cuales conllevan un gran gasto energético por parte de la planta.

Partiendo del ciclo del nitrógeno, se plantea la posibilidad de poder suministrar aminoácidos a la planta, para que ella se ahorre el trabajo de sintetizarlos, y de esta forma poder obtener una mejor y más rápida respuesta en la planta. (Cervantes, 2005)

Así mismo según Kamara (2000), menciona que los aminoácidos aplicados en mezcla con algunos nutrientes, aumenta la eficiencia en la aplicación, reduciendo el tiempo de absorción de los mismos.

Recientemente se ha comprobado que los aminoácidos sirven de diversas formas para activar el crecimiento de las planta. Además de que sirven de amortiguadores y pueden resistir a cambios de acidez y alcalinidad. En la nutrición mineral se ha encontrado que presenta un tipo de quelante o bien un secuestrante de los minerales causando con este, que la planta pueda tomar los nutrientes de una forma mas eficiente. (Reyes, 2001).

De esta forma los aminoácidos son rápidamente utilizados por las plantas, y el transporte de los mismos tiene lugar nada más al aplicarse, dirigiéndose a todas las partes, sobre todo a los órganos en crecimiento.

Los aminoácidos, además de una función nutricional, pueden actuar como reguladores del transporte de microelementos, ya que pueden formar complejos con metales en forma de quelatos. (Cervantes , 2005).

La perfecta absorción en el momento necesario de los macro y microelementos complejos naturalmente por los aminoácidos, hace que la planta tenga un desarrollo y un vigor excepcionales. Los aminoácidos actúan también como potentes bioestimuladores del metabolismo, por lo que es muy necesario el aporte complementario de nutrientes para que puedan desarrollar su potencial pleno.

Es conocido el efecto que tiene la aplicación de los aminoácidos en la agricultura actual, específicamente en las hortalizas; entre estos productos destacan los aminoácidos de bajo peso molecular como la lisina y ácido glutámico. (Salisbury y Ross 1994).

Por otro lado Leemhui (2005), menciona que la utilización de productos constituidos por aminoácidos y peptidos de bajo peso molecular, como complemento de la fertilización con elementos minerales y como reguladores de crecimiento, es una practica agrícola bastante extendida en la actualidad.

### **Biofertilizante Comercial K-Tionic**

Es un producto de concentrado de alta solubilidad a partir de sustancias fulvicas de origen vegetal que muestra las siguientes características:

- Incrementa sustancialmente la capacidad de intercambio cationico y las propiedades del suelo provocando mayor disponibilidad en nutrientes.
- Promueve la conservación o quelación de un numero de elementos hacia formas disponibles a las plantas mejorando el consumo de nutrientes y previniendo la clorosis entre otros problemas nutricionales.
- 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.

Según González (2002) menciona que aplicando al suelo vía riego favorece el crecimiento de varios grupos de microorganismos benéficos, y genera un mayor desarrollo radicular que se traduce en mayor asimilación de nutrientes.

Favorece la asimilación de nutrientes y de reguladores de crecimiento aplicado foliarmente.

Se obtiene plantas mas sanas y vigorosas que toleran mas fácilmente el ataque de plagas y enfermedades.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo de investigación se realizó en los invernaderos del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se encuentra ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, cuyas coordenadas geográficas son: 25° 23'44" Latitud Norte, 101° 50'57" Longitud Oeste con una altitud de 1742 msnm.

El invernadero cuenta con una temperatura de 30 +/- 5 °C en el día y de 20 +/- 5 ° C por la noche, con un 70% de Humedad y de 1000 a 1500 Microeinstein /C<sup>2</sup>/Seg. de luminosidad.

### DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

El presente trabajo consistió en 8 tratamientos y dos testigos, con 15 repeticiones cada uno, en el cual al testigo 1 únicamente se le aplicó 0.2 grs./litro de agua del fertilizante químico Triple 17, y el testigo 2 consistió en la aplicación de 1 C<sup>3</sup>/lt de agua del Biofertilizante Comercial K-Tionic mas 0.2 grs./lt de agua del fertilizante Triple 17. (Cuadro 1). Para los demás tratamientos se hizo la aplicación de 1 C<sup>3</sup> /litro de agua, del Biofertilizante Experimental mas 0.2 grs/lt de agua del fertilizante químico Triple 17.

Cabe mencionar que para la obtención del Biofertilizante se aplicaron los compuestos químicos KOH y H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> a diferentes molaridades, a la sustancia obtenida a base del micelio de la penicilina. (Cuadro 2).

Cuadro1 .- Concentración de los diferentes Tratamientos

<b>Tratamiento</b>	<b>Concentraciones</b>
1	Testigo 1 (0.2 grs/lit Fertilizante Químico Triple 17)
2	Testigo 2 (1 CC/lit Producto Comercial Ktionic + 0.2gr/lit Triple17)
3	Biofertilizante Experimental (1CC/lit + 0.2 gr/lit Triple 17)
4	Biofertilizante Experimental (1CC/lit + 0.2 gr/lit Triple 17)
5	Biofertilizante Experimental (1 CC/lit + 0.2 gr/lit Triple 17)
6	Biofertilizante Experimental (1 CC/lit + 0.2 gr/lit Triple 17)
7	Biofertilizante Experimental (1 CC/lit + 0.2 gr/lit Triple 17)
8	Biofertilizante Experimental (1 CC/lit + 0.2 gr/lit Triple 17)
9	Biofertilizante Experimental (1 CC/lit + 0.2 gr/lit Triple 17)
10	Biofertilizante Experimental (1 CC/lit + 0.2 gr/lit Triple 17)

Cuadro 2.- Obtención del Biofertilizante a partir de compuestos químicos a diferentes molaridades

<b>Tratamiento (Biofertilizante Experimental)</b>	<b>Compuesto Químico Aplicado a diferentes Molaridades.</b>		
3	KOH	2	M
4	KOH	1.5	M
5	KOH	1	M
6	KOH	0.5	M
7	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	2	M
8	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1.5	M
9	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1	M
10	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0.5	M

El Biofertilizante utilizado es extraído de lodos activados de residuos de Penicilina, obtenidos a base de una previa fermentación del cual se extrajo la sustancia, que esta compuesto por un 70% de Aminoácidos, según análisis previos a la experimentación. Cuadro 3.

Cuadro 3.- Concentración de Aminoácidos libres del Experimental reportado en porcentajes.

Parámetro	Biofertilizante Experimental (%)
Nitrógeno Total	0.66
Proteína	4.12
Ácido Aspartico	0.092
Treonina	0.054
Serina	0.07
Ácido Glutámico	1.748
Glicina	0.569
Alanina	0.084
Cisteína	0.006
Valina	0.088
Metionina	0.006
Isoleucina	0.067
Leucina	0.12
Tirosina	0.03
Fenilalanina	0.031
Histidina	0.015
Lisina	0.096
Amonio(NH <sub>3</sub> )	0.027
Arginina	0.056
Prolina	0.053
Aminoácidos Libres	3.212

## ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

Para llevar a cabo el experimento se utilizaron 10 charolas de poliestireno “unicel” de 200 cavidades, y como sustrato Perlita, en donde se sembraron semillas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Posteriormente las charolas fueron colocadas en camas flotantes, a las cuales se les aplico 10 litros de agua mezclada con las diferentes dosis , en donde para el testigo 1 únicamente se le aplico 0.2 grs./lt del fertilizante químico Triple 17. y para el Testigo 2 que consistió en la aplicación de 1C<sup>3</sup>/lt de agua del Biofertilizante Comercial K-Tionic mas 0.2 grs. Del fertilizante Triple 17.

Para los demás tratamientos se aplicaron 1C<sup>3</sup>/lt de agua, del Biofertilizante Experimental mas 0.2 grs. del fertilizante químico triple 17.

Cada semana se cambio el agua y se aplicaron los tratamientos correspondientes. Después de 35 días se evaluaron las plántulas de cada tratamiento.



Figura 3.- Evaluación de las plántulas de Tomate después de los 35 días de la aplicación del Biofertilizante.

## VARIABLES EVALUADAS

### Longitud de Plúmula



Figura 4.- Evaluación de la variable longitud de Plúmula

Esta variable se midió al final del experimento, en donde se tomaron 15 plántulas de cada tratamiento. Se midió desde la base del tallo hasta la parte superior del epicotilo.

### Longitud de Radícula

Para esta variable se midió la longitud de la raíz principal, desde el cuello de la raíz hasta el extremo inferior de esta.



Figura 5.- Evaluación de la variable Longitud de Radícula.

### *Peso Fresco de Plúmula*



Figura 6.- Evaluación de la variable Peso Fresco de Plúmula

En esta variable se tomaron 15 plántulas de cada tratamiento y se eliminó la raíz, posteriormente con la ayuda de una balanza analítica se tomo el peso de cada plúmula, que consta desde la base del tallo y las hojas.

### *Peso seco de Plúmula*

Se tomaron 15 plántulas y se procedió a eliminar la raíz, se colocaron en bolsas de papel, para posteriormente introducirlas en la estufa de secado a una temperatura de 65° C, con una duración de 32 horas. Se sacaron de la estufa y se peso cada una, con la ayuda de una balanza analítica.

### *Peso fresco de Radícula*



### Figura 7.- Evaluación de peso Fresco de Radícula.

Se tomaron 15 plántulas obteniendo de ellas únicamente la raíz, para posteriormente pesar cada una de ellas en la balanza analítica.

#### *Peso seco de la Radícula*

Se tomaron las raíces para colocarlas en bolsas de papel. Se colocaron dentro de una estufa de secado a 65°C por 32 horas , y se tomo el peso de cada una de ellas.

#### **DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se utilizo un diseño completamente al azar con 8 tratamientos y dos testigos , con 15 repeticiones cada una de ellas.

#### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Una vez obtenidos los datos se procedió a realizar el análisis de varianza (ANVA), con la prueba múltiple de medias, diferencia mínima significativa (DMS, P 0.01).

Para lo anterior se utilizo el programa estadístico generado por la facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares1995).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

### EVALUACIÓN DE LA PLÁNTULA

#### *Longitud de Plúmula*

El análisis de varianza, muestra que para el factor en estudio existe alta significancia, lo que indica que existen diferencias en los tratamientos. Debido a esto se realizó la comparación de medias sacando la diferencia mínima significativa a 0.01, para establecer las diferencias de los tratamientos donde muestra que el mejor tratamiento fue el T2 (Fertilizante comercial Ktionic) con un promedio de altura de 10.9067 cm. , y seguido por el tratamiento 5, que consistió en la aplicación de 1C<sup>3</sup> de KOH 1M + 0.2 gr. de Triple 17. presentando una longitud de plúmula de 9.5333 cm.

Estos tratamientos superan al testigo que solo consistió en la aplicación del fertilizante químico Triple 17. (Figura 8).

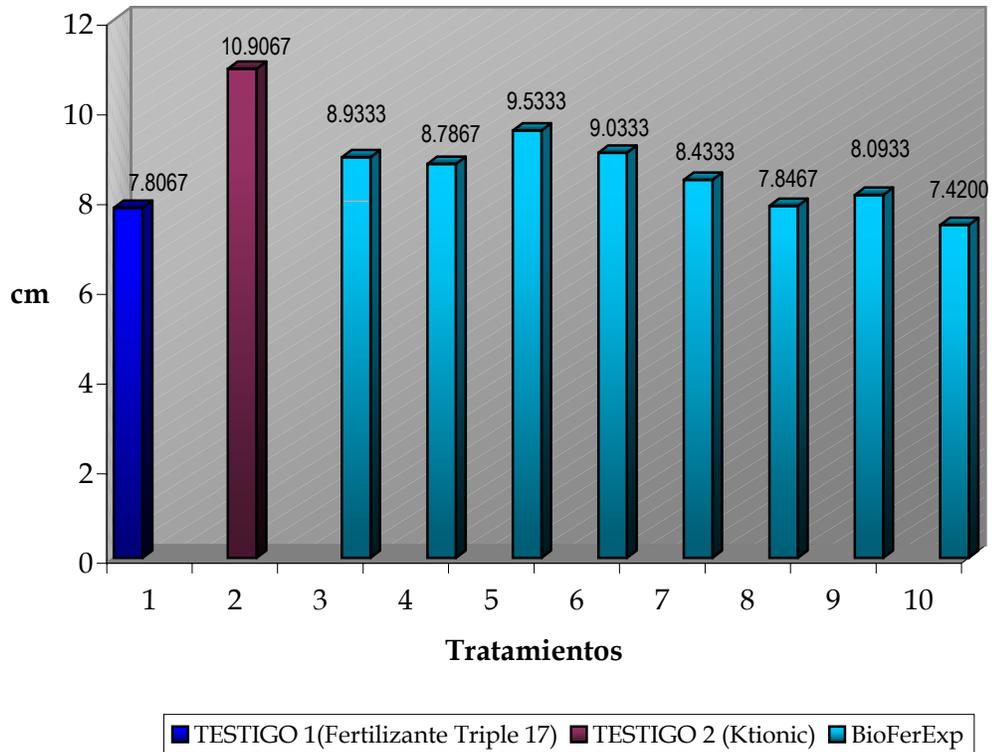


Figura 8.- Comportamiento de la variable Longitud de Plúmula con la aplicación de los diferentes tratamientos.

Esto coincide con Reyes (2001) donde menciona que los aminoácidos sirven de diversas formas para activar el crecimiento de las planta. Además de que en la nutrición mineral se ha encontrado que presenta un tipo de quelante o bien un secuestrante de los minerales causando con este, que la planta pueda tomar los nutrientes de una forma mas eficiente.

Por otro lado también se han realizado experimentos en los que se combina el aporte de aminoácidos con micronutrientes observándose que se forman quelatos, al mismo tiempo que los aminoácidos favorecen la permeabilidad de la membrana celular, obteniéndose una mayor eficacia en la fertilización.

## Longitud de Radícula

En el análisis de varianza realizado para la variable longitud de radícula, presento diferencias significativas entre los tratamientos. Al hacer la comparación de medias, se encontró que el tratamiento 6, supero a los demás tratamientos, presentando mayor crecimiento en raíz con 18.0933 cm, mientras que el tratamiento 2, que es el fertilizante comercial K-Tionic, fue el que presentó una menor longitud de raíz, con 11.37 cm. (Figura 9).

Con esto tenemos que el fertilizante comercial, presenta mayor crecimiento de plúmula, pero menor crecimiento de raíz.

Esto coincide con Leemhui (2005), donde menciona que la aplicación de aminoácidos provoca un efecto beneficioso en el desarrollo de las raíces.

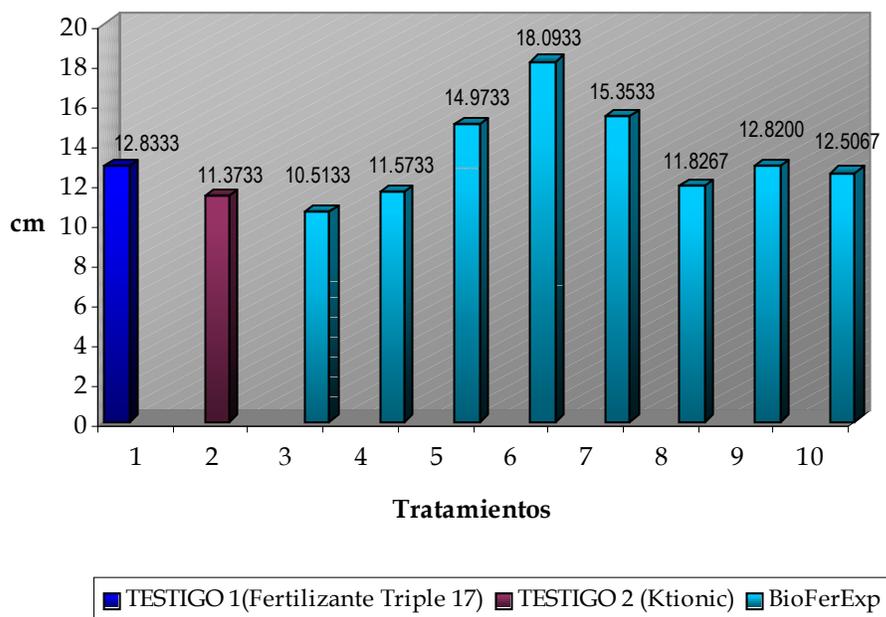


Figura 9.- Comportamiento de la variable Longitud de Radícula con la aplicación de los diferentes tratamientos.

## Peso fresco de Plúmula

El análisis de varianza para la variable peso fresco de plúmula indico alta significancia con base en las diferencias detectadas entre tratamientos, se realizó la comparación de medias con diferencia mínima significativa al 0.01, en la cual observamos que el tratamiento mas sobresaliente es el T2, el cual consiste en el fertilizante comercial, pero también le sigue el T5, el cual consta de la aplicación del Biofertilizante KOH 1M, en tanto que para el testigo y el tratamiento 10 (Figura 10), presentaron los mas bajos resultados, esto coinciden con Leemhui (2005), que menciona que con la adición de aminoácidos libres y peptidos de muy bajo peso molecular contribuyen a una mejor asimilación tanto por vía foliar como radical, transportándose a los órganos del vegetal.

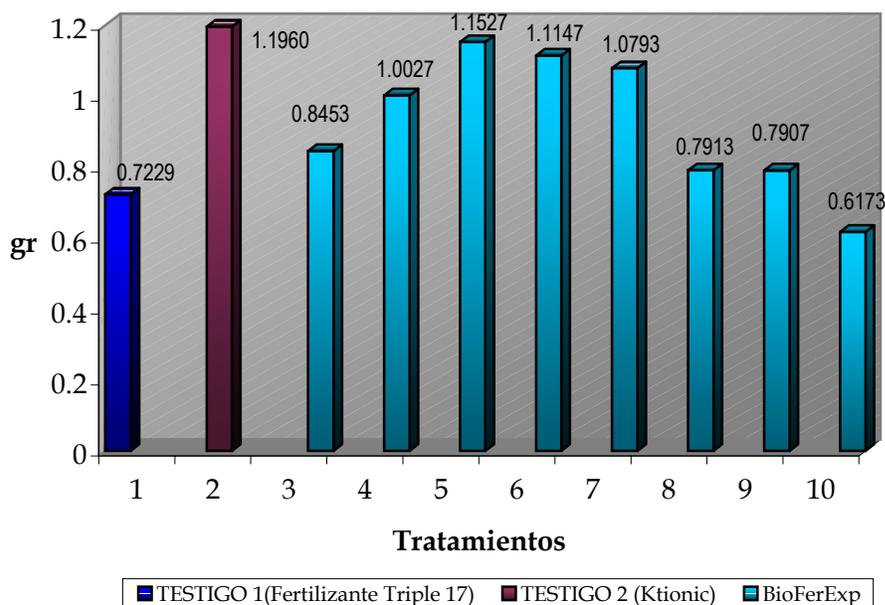


Figura 10.- Comportamiento de la variable peso fresco de plúmula en plántulas de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos.

## Peso Fresco de Radicula

Para la variable peso fresco de radicula, la comparación de medias indico que el tratamiento con mayor peso fue el Tratamiento 6, seguido por el T5, ya que presentaron mayor peso en biomasa con 1.0880 grs. y 1.0860 grs., mientras que el que presentó menor peso fue el tratamiento 1 (Testigo), donde solamente se aplicó el fertilizante químico Triple 17. (Figura 11).

Por lo anterior Alarcón (2000), menciona que al adicionar aminoácidos se obtiene una mayor producción de raíces, lo que nos da como resultado una mejor calidad de planta.

En cuanto al peso fresco de radícula observamos que los tratamientos en donde se aplicó el biofertilizante con aminoácidos se obtuvo mayor crecimiento y desarrollo en comparación al testigo.

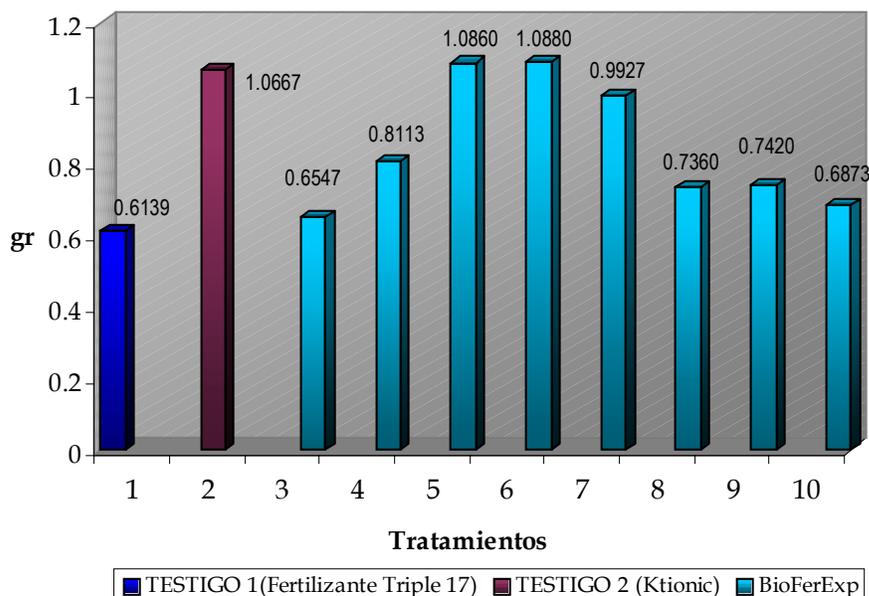


Figura 11.- Comportamiento de la variable de peso fresco de radícula con la aplicación de los diferentes tratamientos.

## **Peso Seco de Radícula y Plúmula**

Los restados obtenidos en cuanto a peso seco de radícula y plúmula fueron similares al peso fresco, ya que se encontró una diferencia significativa (0.01), según muestra el cuadro de comparación de medias, en el cual el testigo siempre presentó un valor muy bajo en comparación a los tratamientos adicionados con aminoácidos, presentándose con uno de los valores mas altos el T 2 y 5, respectivamente. (Figura 12 y 13).

En este caso los tratamientos con el Biofertilizante comercial y experimental presentaron un valor mas alto en cuanto a peso seco, superando al testigo, excepto el tratamiento 8.

Massoenneau et al, (2001), reporta que los aminoácidos pueden servir como agente quemante para diferentes elementos, además Leemhui(2005) nos reporta que al utilizar productos constituidos por Aminoácidos, como complemento de la fertilización con elementos minerales pueden ser fácilmente absorbidos por el sistema radicular de las plantas y transportados a los órganos del vegetal en los que existe una mayor demanda. A si también Ramírez(2002) menciona que con la aplicación de sustancias fulvicas incrementan los pesos frescos y secos en plántulas de tomate, atribuidos al incremento en la permeabilidad de la membrana celular y efectos similares al de las hormonas.

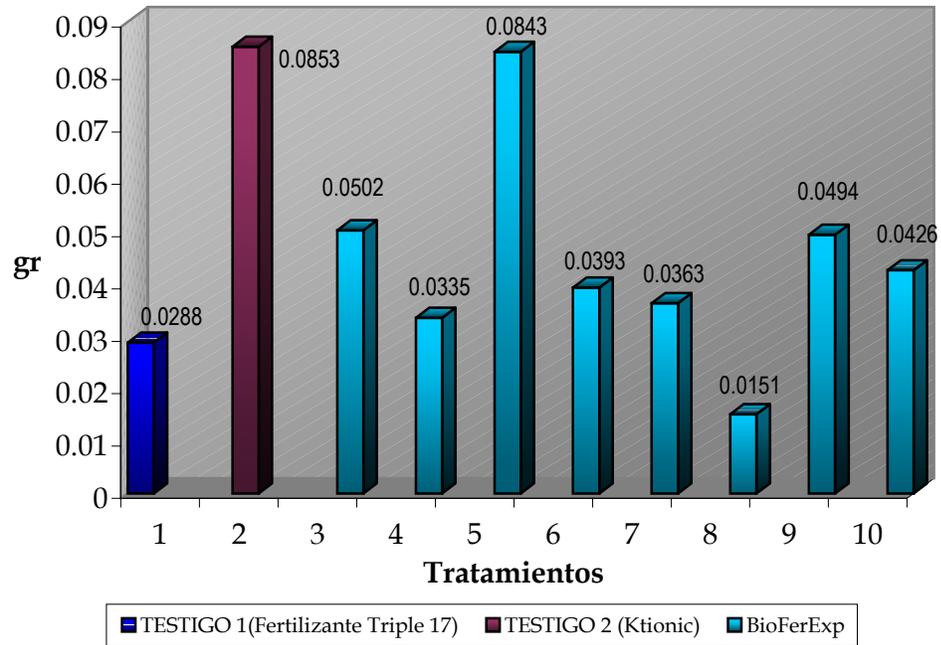


Figura 12.- Comportamiento de la variable peso seco de radícula con la aplicación de los diferentes tratamientos

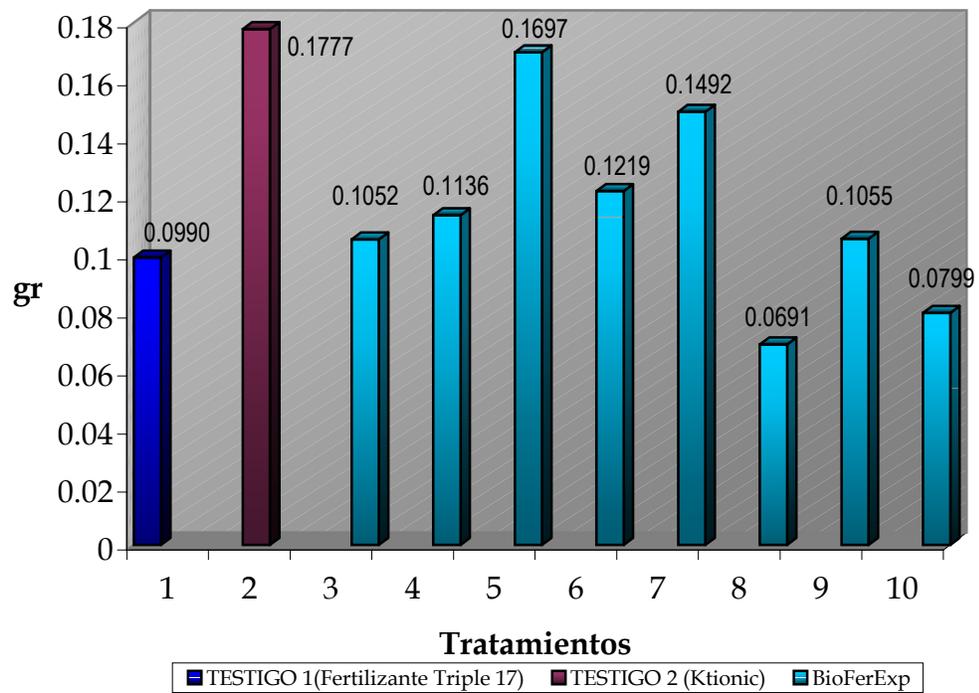


Figura 13.- Comportamiento en la variable peso seco de plúmula, en plántulas de tomate con la aplicación de los diferentes tratamientos.

## CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- El efecto que mostró la aplicación del Biofertilizante se vio reflejado en una mejor longitud de radícula, peso fresco y peso seco de plúmula y raíz, donde los mejores tratamientos fueron el 5 y 6, superando al testigo.
- El fertilizante comercial evaluado presenta buenos resultados en cuanto a peso fresco y seco de radícula, peso fresco y seco de plúmula, pero no en longitud radícula, ya que presentó los más bajos resultados, en comparación con los tratamientos con biofertilizante, e incluso fue superado por el testigo 1.
- El biofertilizante permite una mejor nutrición, que es reflejada en el crecimiento más uniforme, desarrollo y calidad de la planta, y permite disminuir el consumo de fertilizantes químicos sin producir efectos negativos en el suelo, dado que se logra una alta eficiencia agronómica del mismo; por lo cual, puede constituir una alternativa sumamente promisorio para los sistemas de producción agrícola sostenibles.

## LITERATURA CITADA

- Acerca J. L. 2002. Jitomate y soya. "Claridades Agropecuarias" N° 62. México.
- Alarcón A. L. 2000. Tecnología para cultivos de alto rendimiento. Novedades Agrícolas S.A. Torres Pacheco. 1ª. Edición. 175-186. pp.
- Álvarez B. M. N. 2002. Manual de Agricultura Ecológica. Instituto de Educación Ambiental de la Universidad Metropolitana. 134 p.
- Bauer I. M. L. 2002. Deterioro / preservación Ambiental y Agricultura. Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Naturales. Programa de Hidrociencias. Editorial CANIEM. México, Texcoco. 50-53 Pp.
- Cervantes F. M. A. 2005. Abonos Orgánicos. Centro de Formación Profesional Agraria, CAMPOMAR.
- Departamento de Educación Nutricional(DEN) 2005, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubiran". Enciclopedia Columbia de Nutrición, Editorial Grijalvo.
- Dibut. B. 2001. Obtención de un biofertilizante y bioestimulador del crecimiento vegetal para su empleo en la cebolla. Tesis de Doctorado, La Habana, 104 pp.
- Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola(DGIEA).1991. Ministerio de Agricultura y Ganadería . Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- FAO. 2001.Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicos. Roma Italia. <http://www.fao.org>

FERTINAL. 1994. Información general sobre la producción de fertilizantes NPK. México, DF.

Gomes T. L. Gomes. C. M. A. 2005. Agricultura Orgánica en México y en el Mundo. Conabio.

Gomes T. L. Gómez C. M. A. Schwentesius R. R.1999. Desafíos de la Agricultura Orgánica., Grupo Mundial Prensa. 1ª. Edición.19-24. Pp.

González V. E. 2002. Efecto de Ácidos Fulvicos y K-Tionic en el crecimiento de plántulas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en condiciones de invernadero. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Mayo. 41 Pp.

Hernández G. 2005. Los Biofertilizantes de la UNAM . Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno de la Universidad Nacional Autónoma de México (CIFN-UNAM) .

InfoAgro. 2003. El cultivo del Tomate.  
<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>

Kamara K. A. 2000. Catalogo de Productos Intrakam. S.A. de C.V Saltillo, Coahuila, México.

Leemhui. F. J. A. 2005. Aminoácidos. Dpto. Producción Agraria. Área de Producción Vegetal. ETSIA. Universidad Politécnica de Cartagena.

López A. 2004. Productos orgánicos ganan popularidad en el mercado. El financiero 11 de marzo.

Luna H. 2005. Agricultura Orgánica en México. Uneabasto.  
<http://www.uneabasto.agricultura/organica.htm>

- Massonneau A. Langlade N. León. S. Smuthy J. Vogt. E. Neumann, G., Martinola. E. 2001 Metabolic Changes Associated with cluster root development in white lupin (*Lupinus albus* L.) relationship between organic acid excretion, sucrose metabolism and energy status *Planta*. 213:534-542.
- Martínez V. R. 1998. Los biofertilizantes como factores de economía y productividad en la Agricultura Tropical. En Curso-Taller sobre Agricultura Sostenible en el Trópico, La Habana, pp. 25-41,
- Martínez V. R. y B. Dibut. 1996. Los biofertilizantes como pilares básicos de la Agricultura Sostenible. En Curso-Taller sobre Gestión Medioambiental de Desarrollo Rural. La Habana, pp. 62-81,
- Nuez. F. 1995. El cultivo de Tomate. Ediciones Mundi Prensa. México. Pp. 169-173.
- Olucha F. 1995. Curso de Biología de COU, . Mc Graw Hill Ed.  
<http://www.cannabiogen.com/esp/tienda/producto/delta9.php>
- Peña C. J. J. y Grageda C. 1997. Dinámica del Nitrógeno en el sistema Agrícola. Perspectiva de la Microbiología en México. Instituto Politécnico Nacional. Pp. 345-366.
- Programa Estadístico de la facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. 2004
- Reyes C. P. 1981. Historia de la agricultura. Información y síntesis. AGT. México, DF.
- Reyes L. A. 2001. Prueba de prototipos de proteínas Hidrolizada en el crecimiento y desarrollo de plántula de Tomate. Reporte de Investigación. Universidad de Buenos Aires. 18 Pp.

Rodríguez F. P. 1993. Estrategia a seguir en el empleo de biofertilizantes de la UDG - Granma-Cuba

Sánchez, L. A. 2002. Comportamiento y caracterización de diferentes genotipos de tomate extrafirmes de habito indeterminado. Congreso Nacional de la sociedad mexicana de ciencias hortícolas. IX Congreso Nacional y II Internacional de la Asociación Mexicana de Horticultura Ornamental del 20 al 24 de Octubre del 2003. Chapingo, México. 20 Pp.

Salisbury F. B. Ross C. W.1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana México D. F. 319-336 Pp.

Servicio de Información Agronómica (Virtual) 2002-2005. Facultad de Agronomía - UBA.

## APÉNDICE

### ANALISIS DE VARIANZA PARA LONGITUD DE PLUMULA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	140.046875	15.560764	12.5202	0.000
ERROR	140	174.000000	1.242857		
TOTAL	149	314.046875			

CV = 12.84%

### ANALISIS DE VARIANZA PARA LONGITUD DE RADICULA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	713.583984	79.287109	7.7120	0.000
ERROR	140	1439.347656	10.281054		
TOTAL	149	2122.931641			

CV = 24.32 %

### ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO FRESCO DE PLUMULA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	5.527237	0.614137	8.2503	0.000
ERROR	140	10.421356	0.074438		
TOTAL	149	15.948593			

CV = 29.30 %

### ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO SECO DE PLUMULA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	0.176516	0.019613	6.9514	0.000
ERROR	140	0.395002	0.002821		
TOTAL	149	0.571518			

CV = 44.60 %

### ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO SECO DE RADICULA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	4.891327	0.543481	10.1662	0.000
ERROR	140	7.484360	0.053460		
TOTAL	149	12.375687			

CV = 27.27 %

### ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO SECO DE RADICULA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	0.068966	0.007663	27.3327	0.000
ERROR	140	0.039250	0.000280		
TOTAL	149	0.108216			

CV = 36.02 %

Comparación de medias para la variable Longitud de Plúmula en plántulas de tomate.

---

TABLA DE MEDIAS

---

Tratamiento	Media	
2 (Tes.2 Ktionic)	10.9067	A
5	9.5333	B
6	9.0333	BC
3	8.9333	BC
4	8.7867	BCD
7	8.4333	CDE
9	8.0933	CDE
8	7.8467	DE
1(Tes.1 Fer.Trip17)	7.8067	DE
10	7.4200	E

---

Comparación de medias para la variable Longitud de Radicula, en plántulas de tomate

---

TABLA DE MEDIAS

---

Tratamiento	Media	
6	18.0933	A
7	15.3533	AB
5	14.9733	B
1(Tes.1 Fer.Trip17)	12.8333	BC
9	12.8200	BC
10	12.5067	BC
8	11.8267	C
4	11.5733	C
2 (Tes.2 Ktionic)	11.3733	C
3	10.5133	C

---

Comparación de media para la variable peso fresco de plúmula

TABLA DE MEDIAS

Tratamiento	Media	
2 (Tes.2 Ktionic)	1.1960	A
5	1.1527	A
6	1.1147	A
7	1.0793	AB
4	1.0027	ABC
3	0.8453	BCD
8	0.7913	CD
9	0.7907	CD
1(Tes.1 Fer.Trip17)	0.7229	D
10	0.6173	D

Comparación de media para la variable Peso fresco de Radicula, en plántulas de tomate.

TABLA DE MEDIAS

Tratamiento	Media	
6	1.0880	A
5	1.0860	A
2 (Tes.2 Ktionic)	1.0667	A
7	0.9927	AB
4	0.8113	BC
9	0.7420	C
8	0.7360	C
10	0.6873	C
3	0.6547	C
1(Tes.1 Fer.Trip17)	0.6139	C

Comparación de medias de la variable Peso seco de Radicula

TABLA DE MEDIAS		
Tratamiento	Media	
2 (Tes.2 Ktionic)	0.0853	A
5	0.0843	A
3	0.0502	B
9	0.0494	B
10	0.0426	BC
6	0.0393	BC
7	0.0363	BC
4	0.0335	C
1(Tes.1 Fer.Trip17)	0.0288	CD
8	0.0151	D

Comparación de media para la variable peso seco de plúmula, en plántulas de tomate.

TABLA DE MEDIAS		
Tratamiento	Media	
2 (Tes.2 Ktionic)	0.1777	A
5	0.1697	AB
7	0.1492	ABC
6	0.1219	BCD
4	0.1136	CDE
9	0.1055	CDE
3	0.1052	CDE
1(Tes.1 Fer.Trip17)	0.0990	DE
10	0.0799	DE
8	0.0691	E