

EFFECTO DE LOS AMINOACIDOS EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCION DEL TOMATE EN INVERNADERO

JUAN CARLOS ALBARRAN REYNAGA

TESIS

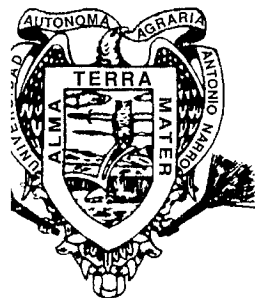
Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA



BIBLIOTECA
ANTONIO NARRO
BANCO DE TI
U.A.A.A.N



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

PROGRAMA DE GRADUADOS

T14563

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2003

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

EFFECTO DE LOS AMINOÁCIDOS EN EL CRECIMIENTO Y
PRODUCCIÓN DEL TOMATE EN INVERNADERO

TESIS POR

JUAN CARLOS ALBARRÁN REYNAGA

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y
aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA

COMITÉ PARTICULAR



Asesor Principal

Dr. Alfonso Reyes López

Asesor

Dr. Adalberto Benavides Mendoza

Asesor

Dr. Rubén López Cervantes

Asesor

M.C. Reynaldo Alonso Velasco

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Subdirector de Postgrado

714563

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Diciembre de 2003

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios todo poderoso por brindarme salud y vida durante transcurso de mis estudios.

A mi Alma Mater por verme dado la oportunidad de seguirme preparando brindarme su enseñanza, gracias.

Dr. Alfonso Reyes López, le brindo mis cordiales agradecimientos por su asesoría en el presente trabajo de investigación ya que sin su ayuda no hubiera podido terminar mis estudios de maestría.

Dr. Adalberto Benavides Mendoza, los agradecimientos más sinceros por su amistad y su enseñanza brindada en sus clases y por haber aceptado ser parte de nuestro comité de asesores.

Dr. Rubén López Cervantes, ha usted le agradezco su asesoría, su amistad y su ayuda brindada durante la escritura de el presente trabajo, el mas cordial agradecimiento es ha usted.

M. C. Reynaldo Alonso Velasco, por haber sido un amigo y un maestro y además haberme apoyado como participante en el comité de asesores.

Mis más cordiales agradecimientos a cada maestro y alumno del programa de horticultura, por su apoyo y amistad gracias.

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres **Andrés** y **Adela**, por todos sus desvelos que pasaron, por sus esfuerzos y por su apoyo moral y económico.

A mi esposa **Ma. Esther Méndez**, por todo el amor brindado, por su comprensión, sus desvelos pasados y por su apoyo brindado incondicionalmente, el presente trabajo es dedicado en gran parte a ti.

Para la persona que me brinda fuerzas durante esos ratos difíciles, quien me alegra con su sonrisa en los ratos difíciles y me brinda su amor inocente, a mi hija **Itzel Alinne Albarrán Méndez**.

Para mis hermanos, hermanas, cuñados y cuñadas, así como también para cada uno de mis sobrinos, les dedico este trabajo.

Este trabajo también es dedicado para mis compañeros y amigos: Roció, Joel y Paco, así como también a: Antonio, Valentín, Jorge, Mario, Juanita, Abel, Fuantos, David, Elfego, José Manuel, Saret, Hugo, Sandra, Daniel, Guillermo, Antero y Alejandro.

También agradezco a mis paisanos y compañeros que sin su ayuda en el establecimiento y evaluaciones realizadas me hubiese sido muy difícil el realizar la presente investigación, gracias.

COMPENDIO

EFECTO DE LOS AMINOÁCIDOS EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL TOMATE EN INVERNADERO

POR

JUAN CARLOS ALBARRÁN REYNAGA

MAESTRIA

HORTICULTURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
Buenavista, Saltillo, Coahuila, Diciembre 2003.

Dr. Alfonso Reyes López -Asesor-

Palabras Clave: *Tomate, Ácidos orgánicos, Aminoácidos, Producción.*

Con el objetivo de determinar el efecto de dos productos de aminoácidos, uno comercial y otro experimental en el crecimiento y producción de tomate, se realizó el presente experimento en dos etapas: la primera fue la producción de plántula y la segunda a producción total del cultivar "Río grande". Las dosis usadas en ambas etapas fueron: 0.2, 0.4 y 0.6 $\text{cm}^{-3} \text{L}^{-1}$ de agua. Las variables evaluadas en la primera etapa fueron: longitud de raíz, tallo, peso húmedo y seco de raíz y tallo; y en la segunda: de la planta, longitud

de planta, número de racimos florales, y número de flores por racimo y peso fresco del follaje, y del fruto, la firmeza, grados Brix y rendimiento total. Se encontró que en plántula al adicionar $0.6 \text{ cm}^{-3} \text{ L}^{-1}$ del aminoácido experimental, la longitud de tallo y peso húmedo y seco de raíz y tallo fueron 71, 130, 125, 119 y 160 por ciento respectivamente, fue superior al testigo. En producción el mismo tratamiento aventajó en 26 por ciento al testigo. Se concluye que los aminoácidos experimentales, estimularon positivamente el crecimiento y producción de tomate, en invernadero.

ABSTRACT

EFFECT OF THE AMINO ACIDS ON GROWTH AND YIELD OF GREENHOUSE TOMATOES

BY

JUAN CARLOS ALBARRÁN REYNAGA

MASTER OF SCIENCE

HORTICULTURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
Buenavista, Saltillo, Coahuila, December 2003.

Dr. Alfonso Reyes López-Adviser-

Key words: *Tomato, Organic acid, Amino acids, Yield.*

With the objective of determining the effect of two the products with amino acids, one commercial and other experimental in the growth and tomato production, its carried out the present experiment in two stages: the first one was the seedling production and the second the total production of cv "Río grande." The doses used in both stages were: 0.2, 0.4 and 0.6 cm⁻³ L⁻¹ of water, the variables evaluated in the first stage were: root longitude and stem, humid

weight and dry weight of root and stem; and in second: of the plant: plant longitude, number of floral clusters, and number of flowers for cluster and fresh weight of the foliage, and of the fruit, the stability, grades Brix and total yield. It was found that in seedling when adding $0.6 \text{ cm}^{-3} \text{ L}^{-1}$ of the experimental amino acid, the longitude of the stem and humid control and dry weight of root and stem they were 71, 130, 125, 119 and 160 percent respectively, it was superior to the witness. In production, the same treatment leads by 26 percent to the control. We concludes that the experimental amino acids stimulated the growth and tomato production positively in greenhouse.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PAG.
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
Hipótesis	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
El Tomate en México	3
Los Ácidos Orgánicos	4
Los Aminoácidos y las Proteínas	5
Generalidades de los Aminoácidos.....	5
ARTICULO: EFECTO DE LOS AMINOÁCIDOS EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL TOMATE EN INVERNADERO.....	9
CONCLUSIÓN	24
LITERATURA CITADA.....	25

INTRODUCCIÓN

En México, con el avance de la tecnología en los modos de producción del tomate, el uso de sustancias orgánicas aplicadas de forma exógena, va en aumento en los últimos 15 años, además, el tomate es la hortaliza más importante no solo por que es parte de la dieta del mexicano por su consumo en fresco e industrializado, sino también por la superficie plantada y por la generación de demanda de mano de obra.

Dentro de las sustancias orgánicas empleadas en los modos de producción destacan las sustancias húmicas (ácidos húmicos y fúlvicos), algunas Fitohormonas y diversos aminoácidos. Estos son compuestos orgánicos constituyentes de las proteínas que estimulan el crecimiento y desarrollo vegetal.

Para la realización del presente trabajo, se llevaron a efecto dos etapas: la primera consistió en la producción de plántula de tomate del cultivar "Río grande", a la cual le fueron aplicados dos productos a base de aminoácidos, uno comercial y otro experimental, a dosis de 0.2, 0.4 y 0.6 cm⁻³ L⁻¹ de agua, mezclados con la fertilización química disuelta en el agua de riego. La segunda etapa fue llevar el cultivo hasta producción y con las mismas dosis, los

aminoácidos fueron adicionados de manera foliar.

En la presente experiencia, se encontró que al adicionar los aminoácidos experimentales a dosis de $0.6 \text{ cm}^{-3} \text{ L}^{-1}$ de agua, la plántula aumentó en crecimiento y el rendimiento incremento un 26 por ciento, con relación al testigo.

Objetivos

Determinar el efecto de dos productos con aminoácidos en el crecimiento y producción del tomate, en invernadero.

Hipótesis

Los aminoácidos aumentan el crecimiento de plántula y la producción de tomate en invernadero.

REVISIÓN DE LITERATURA

El Tomate en México

En México el tomate es la especie de hortaliza más importante por la superficie ocupada, producción obtenida, valor de la misma, captación de divisas, generación de empleos, consumo per cápita y tecnología de producción, etc. No obstante, es poco lo que en el país se ha generado con respecto a la tecnología de producción en sistemas intensivos.

El tomate en México ocupa el segundo lugar de productos agroalimentarios de exportación, después del café, reportándose en promedio de 1990-2000 un valor de 444 227 000 dólares, ocupando así el 3er lugar como exportador de tomate a nivel mundial. La producción nacional de tomate fue de 2 113 867 toneladas en promedio 1995-2000 (SIAP-SAGARPA, 2002).

Los estados que se destacan por sus niveles de rendimiento en el ciclo otoño - invierno son Baja California Norte, Baja California Sur y Sinaloa, con promedios de 42.51, 37.19 y 30.93 Ton ha, respectivamente. En conjunto estas tres entidades cubren mas de 75 por ciento de la producción anual. El ciclo

otoño - invierno es el de mayor producción al aportar el 57 por ciento del total nacional, mientras que el restante 43 por ciento se obtiene del ciclo primavera - verano (Contreras, 1997).

Los Ácidos Orgánicos

Los ácidos orgánicos además de su enorme importancia en el metabolismo primario, en el ciclo de Krebs, la glicólisis, metabolismo de carbohidratos y lípidos, etc. Cumplen funciones clave en la estrategia que utilizan las plantas para tolerar el estrés (Ma *et. al.*, 2001), coleccionar nutrientes del suelo, a aclimatarse a la presencia de metales pesados así como para controlar la flora microbiana del filoplano y rizosfera (López-Bucio *et. al.*, 2000).

Entre los ácidos no nitrogenados más conocidos se encuentran el cítrico, pirúvico, láctico, butírico, acético, benzoico, málico y ascórbico, así como los aminoácidos proteicos y no proteicos. Todos ellos se caracterizan por ser aniones orgánicos de carácter ácido que quelatan cationes metálicos. De manera natural las plantas utilizan estos compuestos para excretarlos a la rizosfera de tal forma que se modifica la disponibilidad de metales como el Fe, Al y otros. Asimismo el efecto acidificante es utilizado para manipular la disponibilidad de algunos elementos como el fósforo (Massonneau *et. al.*, 2001) y el hierro (Bienfait, 1988) en suelos calcáreos.

Los Aminoácidos y las Proteínas

Existen 20 aminoácidos diferentes y todos ellos tienen una parte común en su molécula que consiste en un grupo amino ($-\text{NH}_2$) y un grupo ácido, ($-\text{COOH}$). Cuando dos o más aminoácidos se agrupan forman cadenas, se forman Peptidos; y a su vez los Peptidos se unen entre sí formando las proteínas (Salisbury, 1994). El proceso de formación de las proteínas en el interior de las plantas tiene lugar a partir del nitrógeno nítrico, el cual tras una serie de pasos en los que intervienen numerosas enzimas, da lugar a la formación de proteínas. N-Nítrico (NO_3^-) \rightarrow N-Amoniacal (NH_4^-) \rightarrow Aminoácidos \rightarrow Péptidos \rightarrow Proteínas (Alarcón 2000). Para sintetizar las proteínas, las plantas necesitan de todos los aminoácidos constituyentes, no puede faltar ninguno puesto que la cadena no se formaría.

Generalidades de los Aminoácidos

Los aminoácidos son sustancias orgánicas de bajo peso molecular que tienen una función ácida y una función amina. Los 20 aminoácidos aminados que suelen encontrarse en las proteínas poseen todos un grupo amino ($-\text{NH}_2$) y un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$), pero sus cadenas laterales son distintas. El más simple de todos es la glicina que tiene como cadena lateral H; la alanina un grupo CH_3 , ya que el grupo amino permite al aminoácido aminado actuar como base y combinarse como ácidos; el grupo ácido le permite combinarse con bases (Alarcón, 2000).

El autor anterior menciona que recientemente se ha comprobado que los aminoácidos sirven de diversas formas para activar el crecimiento de las plantas. Además de que sirven como amortiguadores y pueden resistir a cambios de acidez y alcalinidad. En la nutrición mineral se ha encontrado que presenta un tipo de “quelatante” o bien un secuestrante de los minerales causando con esto que la planta pueda tomar los nutrientes de una forma más eficiente. También se ha encontrado que las aplicaciones al follaje de nutrientes en mezcla con aminoácidos, se incrementa sensiblemente la absorción de los minerales. (Reyes, 2002).

Las aplicaciones de aminoácidos al follaje estimula el crecimiento y el desarrollo de la planta, en alguna forma estos productos trabajan como “antioxidante” ya que por algún mecanismo inhiben y disminuyen el estrés al que están sometidas las plantas por altas temperaturas, estrés hídrico, por altas y bajas temperaturas y/o daños por patógenos.

Alarcón (2000) basándose en las diferentes funciones que realizan se pueden clasificar los aminoácidos en dos tipos:

De absorción radicular: aspártico y arginina, ayudan a absorber y asimilar los macro y micronutrientes que la planta necesita; metionina, favorece el desarrollo de la raíz; triptófano, como precursor de la auxina favorece la acción hormonal; y la valina, desempeña una importante función nutritiva en la germinación.

De absorción foliar: prolina, regula la presión osmótica, controlando la actividad de los estomas; glicina, es precursor de sustancias constituyentes de la clorofila, por lo que desempeña un papel muy importante en la fotosíntesis.

Este mismo autor menciona que los aminoácidos son magníficos agentes quelatantes para proporcionar a la planta microelementos en forma asimilable. Debido al reducido tamaño de la molécula de los aminoácidos, son los mejores quelatos para aplicación foliar, ya que se absorben muy rápidamente y llegan enseguida al lugar en el que se necesitan en el interior de la planta. Proporcionan además una doble acción, provocan estimulación de crecimiento y ayudan a solventar situaciones de estrés, proporcionan metales para corregir las deficiencias que sufre la planta de manera rápida y eficaz.

Es conocido el efecto, que tienen 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 146.2 g.mol^{-1} y el ácido glutámico 147.1 g.mol^{-1} . (Salisbury y Ross, 1991). Diversas investigaciones han determinado que los aminoácidos, tienen un efecto quelatante en diferentes microelementos (Fe, Cu, Zn y Mn especialmente), favoreciendo su transporte y penetración en el interior de los tejidos vegetales (Zoberbac, 2001). Así mismo se ha observado que los aminoácidos aplicados en mezcla con algunos nutrientes, aumentan la eficiencia en la aplicación, reduciendo el tiempo de absorción de los mismos (Kamara, 2000). En específico se sabe que el ácido glutámico es un aminoácido esencial para las

plantas que activa el sistema metabólico de las mismas para un mejor aprovechamiento de los nutrientes que se encuentran en el suelo, y esto gracias a los aspectos fisiológicos que ocasiona. También, se sabe que los aminoácidos usados en la producción agrícola, provienen de países como España e Italia lo que dificulta su adquisición además del su alto costo (Zoberbac, 2001).

Este mismo autor menciona que actualmente es escasa la literatura relacionada con el mecanismo fisiológico del efecto antioxidante de los aminoácidos aplicados a las plantas, sin embargo se conocen efectos incluso del tipo hormonales. La mayoría de los productos comerciales existentes en el mercado son de importación de Europa y Estados Unidos principalmente.

**ARTICULO: EFECTO DE LOS AMINOÁCIDOS EN EL CRECIMIENTO Y
PRODUCCIÓN DEL TOMATE EN INVERNADERO.**

**Juan Carlos Albarrán-Reynaga, Alfonso Reyes-López, Adalberto
Benavides-Mendoza, Rubén López-Cervantes, Reynaldo Alonso-Velasco.**

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto de dos productos con aminoácidos, uno comercial y otro experimental en el crecimiento y producción de tomate, se realizó el presente experimento en dos etapas: la primera fue la producción de plántula y la segunda a producción total del cv "Río grande". Las dosis usadas en ambas etapas fueron: 0.2, 0.4 y 0.6 $\text{cm}^{-3} \text{L}^{-1}$ de agua. Las variables evaluadas en la primera etapa fueron: longitud de raíz y tallo, peso húmedo y seco de raíz y tallo; en la segunda: de la planta, longitud de planta, número de racimos florales, número de flores por racimo, peso fresco del follaje; en fruto, la firmeza, grados Brix y rendimiento total. Se encontró que en plántula al adicionar 0.6 $\text{cm}^{-3} \text{L}^{-1}$ del aminoácido experimental, la longitud de tallo y peso húmedo y seco de raíz y tallo fueron 71, 130, 125, 119 y 160 por ciento respectivamente, fue superior al testigo. En producción el mismo tratamiento aventajó en 26 por ciento al testigo. Se concluye que los aminoácidos experimentales, estimularon positivamente el crecimiento y

producción de tomate, en invernadero.

Palabras Clave: *Tomate, Ácidos orgánicos, Aminoácidos, Producción.*

SUMMARY

With the objective of determining the effect of two the products with amino acids, one commercial and other experimental in the growth and tomato production, its carried out the present experiment in two stages: the first one was the seedling production and the second the total production of cv "Río grande." The doses used in both stages were: 0.2, 0.4 and 0.6 cm⁻³ L⁻¹ of water, the variables evaluated in the first stage were: root longitude and stem, humid weight and dry weight of root and stem; and in second: of the plant: plant longitude, number of floral clusters, number of flowers for cluster and fresh weight of the foliage, of the fruit, the stability, grades Brix and total yield. It was found that in seedling when adding 0.6 cm⁻³ L⁻¹ of the experimental amino acid, the longitude of the stem and humid control and dry weight of root and stem they were 71, 130, 125, 119 and 160 percent respectively, it was superior to the witness. In production, the same treatment leads by 26 percent to the control. We concludes that the experimental amino acids stimulated the growth and tomato production positively in greenhouse.

T14 563

Key words: *Tomato, Organic acid, Amino acids, Yield.*

INTRODUCCIÓN

El tomate, en México, es la hortaliza más importante por la superficie plantada, producción obtenida, captación de divisas, generación de empleos y por que es parte de la dieta alimenticia de los mexicanos por su valor nutritivo. Los estados más productivos son Baja California, Baja California Sur y Sinaloa, quienes en conjunto producen el 75 por ciento a nivel nacional (Contreras y Sánchez, 1997).

Compuestos orgánicos como los aminoácidos, dentro de los modos de producción del tomate, son de uso común en los últimos 15 años por los productores. Los aminoácidos, son sustancias orgánicas de bajo peso molecular con una función ácida (COOH) y uno amino (NH₂), su principal función es penetrar a través de la cutícula y membranas celulares de las hojas y activar el metabolismo celular (Chen y Aviad, 1990), además, cumplen funciones clave en la estrategia que realizan las plantas para tolerar el estrés (Ma et al., 2001) y adecuación de las plantas en suelos contaminados con metales pesados (López et al., 2000).

Se ha observado que las plantas resisten estrés hídrico, cuando se les aplican aminoácidos (Chen y Aviad, 1990 y Taíz y Zeiger, 1998) e involucra respuestas fisiológicas, estructurales y modificaciones morfológicas a corto y largo plazo. Estos cambios ayudan a minimizar el estrés en la planta y a maximizar el uso de los recursos internos y externos (Alarcón, 2000).

Diversas investigaciones han determinado que los aminoácidos pueden servir como agente quelatante para diferentes elementos como el fósforo

(Massonneau et al., 2001) y el hierro (Bienfait, 1988), al favorecer su transporte y penetración en el interior de los tejidos vegetales. Así mismo, se ha observado que los aminoácidos aplicados en mezcla con algunos nutrientes, aumenta la eficiencia de éstos y reducen el tiempo de observación de los mismos (Kamara, 2000).

Al determinar el efecto de aminoácidos encontraron que hay efecto positivo en el crecimiento en calabacita (Rodríguez et al., 2003) y en jitomate (Pineda et al., 2003).

Por lo expuesto, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de un aminoácido experimental, el cual esta echo por hidrólisis química y enzimática de pelo de cerdo. Para tener un comparativo se utilizo un aminoácido comercial, en el crecimiento y producción del tomate, en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizo en dos etapas: la primera en producción de plántula para trasplante y la segunda a producción total de fruta y biomasa total.

En la primera etapa, se utilizaron charolas de poliestireno de 200 cavidades, y como sustrato la “perlita” (material inerte), se produjo la plántula de tomate del cultivar “Rio grande”. Realizado lo anterior las charolas fueron estibadas y cubiertas con un plastico negro, con la finalidad de acelerar la germinación; después de tres días fueron colocadas en un medio acuoso con 100 ppm del fertilizante químico triple 17 (17-17-17), aquí cave hacer la aclaración que éste fue usado como testigo.

En el medio acuoso se adicionaron los tratamientos (1 chorola por tratamiento), los cuales consistieron en dos productos con aminoácidos (comercial y experimental), con tres diferentes dosis: 0.2, 0.4 y 0.6 cm⁻³ L⁻¹ de agua, mas la fertilización química 100 ppm de triple 17 (17-17-17). Cada semana se cambio el agua y se aplicaron los tratamientos. Después de 35 días, se realizó la evaluación de las siguientes variables de la plántula: peso fresco de raíz y tallo, peso seco de raíz y tallo y longitud de raíz y tallo. Para realizar la medición se extrajeron 10 plantas por tratamiento de la parte central de la charola.

Este trabajo se distribuyó bajo un diseño experimental completamente al azar y el análisis estadístico consistio en el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de medias (Tukey $P \leq 0.05$) con el paquete SAS (SAS Institute, 1997).

La segunda etapa consistio en llevar a la plántula hasta producción total, ésta consistio en lo siguiente: en macetas con 12 kg⁻¹ de arena de río , la cual fue lavada con agua destilada con al fin de eliminar sales y controlar la nutrición de las plantas, estas fueron trasplantadas de aproximadamente 20 cm⁻¹ de longitud y seis hojas verdaderas. Los tratamientos constaron de 10 plantas, una planta como unidad experimental.

Posteriormente a esto, se aplicaron los tratamientos antes mencionados en plántula (0.2, 0.4 y 0.6 cm⁻³ L⁻¹) de los dos productos con aminoácidos (comercial y experimental), de manera foliar, y la solución Hoagland como

fertilizante químico (300 ppm L⁻¹ de agua por maceta). Esta aplicación se realizó en el agua de riego una vez cada semana.

Las variables evaluadas a la planta fueron: longitud de planta, número de racimos florales, número de flores por racimo y peso fresco del follaje. Además al fruto se le midió su firmeza (penetrometro EFFEGIFT 011 con puntilla de 8 mm de diámetro en soporte para prueba manual IRC), grados Brix (refractómetro manual ATAGO modelo ATC-1E con compensador de temperatura a 20°C), en las dos variables anteriores se utilizaron 10 frutos por tratamiento, además se analizó el rendimiento total (ocho cortes).

El diseño experimental empleado fue un completamente al azar y el análisis estadístico consistió en el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de medias (Tukey $P \leq 0.05$) con el paquete SAS (SAS Institute, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo se analizaron los aminoácidos uno experimental y uno comercial por el método de cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC).

De acuerdo al análisis realizado por cromatografía de alta resolución (HPCL) (Cuadro I), podemos observar que el aminoácido comercial presentó una mayor concentración en cuanto a los aminoácidos contenidos, lo cual no se observó reflejado en el efecto del comportamiento en tomate, por lo

que con este resultado podemos sugerir que en el aminoácido experimental se presentan otras sustancias que no aparecen en el análisis, por lo que debe de realizarse un análisis más minucioso con el objetivo de obtener cuales son las sustancias que influyeron en los mejores resultados de las variables que ha continuación se describen.

Etapas de Plántula

En la variable de peso fresco de raíz y tallo, se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) al adicionar el producto experimental a dosis de $0.6 \text{ cm}^{-3} \text{ L}^{-1}$ de agua, el testigo fue superado con 130 y 125 por ciento, seguido del aminoácido comercial a dosis de $0.6 \text{ cm}^{-3} \text{ L}^{-1}$ de agua, los cuales de acuerdo al análisis estadístico realizado mostraron diferencia significativa entre tratamientos, siendo los mencionados los superiores, (Cuadro II). Por lo que nuestros resultados coinciden con lo reportado por Alarcón (2000) ya que menciona que con la adición de aminoácidos se mejora la absorción de microelementos por la planta debido a su acción complejante y dan como resultado de la adición una mejor traslocación de fertilizantes y productos fitosanitarios. Por lo que al adicionar los aminoácidos obtuvimos una mayor producción de raíces dentro de el cono de las charolas, lo que nos da como resultado una mejor calidad de planta. En estas variables observamos que de acuerdo a lo analizado se encontró alta significancia, mostrando a los tratamientos con aminoácidos superiores al testigo.

Los resultados obtenidos el peso seco de raíz y tallo, fueron similares al peso fresco ya que encontramos diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en el cual el testigo fue superado un 119 y 160 por ciento, por el producto experimental a dosis de $0.6 \text{ cm}^{-3} \text{ L}^{-1}$ de agua. Massonneau (2001) reporta que los aminoácidos pueden servir como agente quelatante para diferentes elementos, además Kamara (2000) nos reporta que al adicionar aminoácidos mezclados con nutrientes, se favorece su transporte y penetración al interior de los tejidos vegetales. Con los resultados obtenidos observamos que el peso seco de raíz y tallo incremento significativamente con la adición de aminoácidos.

En la longitud de raíz observamos que el testigo supero a los tratamientos, ya que esta variable observamos que en el testigo la raíz obtuvo una mayor longitud sin que se tuviera producción de raíces secundarias, en los tratamientos pudimos observar que mostró una mayor producción de raíces secundarias ya que con la adición de aminoácidos las raíces presentaron un mejor peso fresco y seco que el testigo. Esto es similar a lo reportado por Alarcón (2000) que nos menciona que con la adición de aminoácidos se mejora la absorción de microelementos y la traslocación de los mismos, por lo que se mejora el movimiento de los nutrientes en la solución nutritiva. Como consecuencia observamos una mejor traslocación y movimiento de los nutrientes hacia las raíces de las plantas, las cuales no debieron que alongarse con la adición de aminoácidos y por consecuente incrementaron la producción de raíces secundarias.

En la longitud de tallo observamos que el mejor resultado se obtuvo con la adición del aminoácido experimental a dosis de $0.6 \text{ cm}^{-3} \text{ L}^{-1}$ de agua, superando al testigo con un 71 por ciento. Esto coincide con lo reportado por Stewart (1980) y por Salisbury (1994), mencionan que los aminoácidos y otros compuestos nitrogenados tienen un papel esencial en el metabolismo vegetal, puesto que son productos primarios de la asimilación del nitrógeno. Como ya se ha mencionado anteriormente con la adición de aminoácidos en la solución nutritiva se mejora el movimiento de los nutrientes. Lo anterior se comprobó en el concentrado de lo analizado, (Cuadro II).

Etapas a Producción

Al adicionar el producto experimental a dosis de $0.6 \text{ cm}^{-3} \text{ L}^{-1}$ de agua, la longitud de planta aventajó en un 17 por ciento al testigo; mostrando una alta significancia de acuerdo al análisis realizado ($P \leq 0.05$). Alarcón (2000) reporta que los aminoácidos acortan el ciclo normal de la síntesis de proteínas, fortalecen los cultivos en condiciones adversas y mejoran la traslocación de fertilizantes acelerando la absorción. Principalmente este resultado se le atribuye al beneficio que tienen los aminoácidos como antiestrés.

En las variables de racimos por planta encontramos significancia, no así en flores por racimo en donde no se encontró variación, por lo que consta a racimos por planta el producto experimental a dosis de $0.4 \text{ cm}^{-3} \text{ L}^{-1}$ de agua, aventajó un 27 por ciento al testigo. Petil (1988) y Osuna (2001) describen que

diversas sustancias endógenas, como los aminoácidos, induce la iniciación floral.

El peso fresco del follaje no se vio afectado de acuerdo al análisis estadístico, aunque observamos un incremento con la adición del producto comercial a dosis de $0.4 \text{ cm}^{-3} \text{ L}^{-1}$ de agua, el cual supero al testigo un 44 por ciento. Chen (1990) reporta que la principal función de los aminoácidos es penetrar a través de la cutícula y membranas celulares de la hojas y activar el metabolismo celular. Ma (2001) comenta que los aminoácidos cumplen funciones en las estrategias realizadas por las plantas para tolerar el estrés.

El rendimiento por planta (Cuadro III) es quizá la variable más importante dentro de cualquier trabajo de esta naturaleza, ya que al adicionar el tratamiento de producto experimental a dosis de $0.6 \text{ cm}^{-3} \text{ L}^{-1}$ de agua fue superior al testigo un 26 por ciento. Rodríguez (2003) encontró que con la adición de aminoácidos resulto un efecto positivo en producción de calabacita y jitomate, Pineda (2003). El efecto de los aminoácidos como antiestrés se observaron en el experimento, ya que en el transcurso se presentaron variaciones de temperatura.

En el análisis realizado a firmaza del fruto no se encontró diferencia, ya que todos los tratamientos presentaron una similitud estadísticamente. En la variable de grados Brix se obtuvo una alta significancia (Cuadro III) en donde el mejor resultado se obtuvo con la adición de el producto experimental a dosis de

0.6 cm⁻³ L⁻¹ de agua, el cual supero al testigo en un 18 por ciento. Como ya se ha mencionado Alarcón (2000) nos reporta los beneficios de la adición de aminoácidos, como lo es el fortalecer los cultivos en condiciones adversas, mejorar la translocación de fertilizantes, etc.

CONCLUSIÓN

En la producción de plántula el resultado más positivo en producción de biomasa fresca y seca, además de longitud de tallo de obtuvo con la adición de aminoácidos en donde sobresalen los resultados que se obtuvieron con el aminoácido experimental a dosis de 0.6 cm⁻³ L⁻¹.

Los aminoácidos experimentales, cuando fueron adicionados exógenamente vía foliar a la cantidad de 0.6 cm⁻³ L⁻¹ de agua, estimularon positivamente el crecimiento y producción de tomate, en invernadero.

LITERATURA CITADA

- Alarcón, A. L. 2000. Tecnología para cultivos de alto rendimiento. Novedades Agrícolas S. A. Torres Pacheco (Murcia). 1^{ra} edición. Pp.175-186.
- Aspinall D., Paleg L. G. 1981. Proline accumulation: Physiological. Physiology and Biochemistry of Drought. Resistance in Plants. Australia, Academic Press. Pp. 205-241.
- Bienfait, H. F. 1998. Mechanisms in Fe-efficiency reactions of higher plants. J. Plant Nutr. 11:605-629.

- Chen, Y. And Aviad, T. 1990. ASA, SSSAJ. Pp 161-186. Madison Wisconsin U.S.A.
- Contreras, M. y C. F. Sánchez. 1997. Efecto de algunos reguladores crecimiento sobre rendimiento de tomate manejado en altas densidad. Revista Chapingo serie horticultura. Vol. III Núm. 1-1997.
- Fukutaku and Yamada Y. 1984. Sources of proline nitrogen in water-stress soybean (*Glicine max* L.). 11. Fate of 15 N labeled protein. *Physiok Plantarum*, 61: 622-628.
- Kamara, K. A. 2000. Catálogo de productos Intrakam. S.A. de C.V. Saltillo Coahuila, México.
- López-Bucio, J., Nieto-Jacobo, M. F., Ramírez-Rodríguez, V., Herrera-Estrada L. 2000. Organic acid metabolism in plants: From adaptative physiology to transgenic varieties for cultivation in extreme soils. *Plant Sci.* 160:1-13.
- Ma, J. F., Ryan, P. R., E. Delhaize. 2001. Aluminium tolerance in plants and the complexing role of organic acids. *Trends Plant Sci.* 6:273-278.
- Massonneau, A., Langlade, N., Leon, S., Smutny, J., Vogt, E., Neumann, G., Martinoia, 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* 213:534-545.
- Osuna, T. A., A. R. Becerril., R V. Mosqueda., M. R. Villarrea., A. M. Castañeda. 2001. Promotores de floración y concentración de almidón y aminoácidos en yemas de mango. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 7(2): 209-223
- Patil, P.B., M. M. Rao., P.B. Basarkar., K. V. Janardhan., C. N. Srinivasan., G. Nalawadi. 1988. Role of free amino acids in fruit bud differentiation

'Alphonso' mango shoots. *Acta Hort.* 231: 405-411.

Pineda, P., F. Rodríguez., M. A. Vergara., A. Vázquez 2003. Efecto de las sustancias humicas, aminoácidos y polisacáridos en la producción de jitomate. X congreso nacional de la sociedad Mexicana de ciencias hortícola, IX congreso nacional y II internacional de horticultura ornamental. Pp. 136.

Rodríguez, F., P. Pineda., M. A. Vergara., A. Vázquez. 2003. Efecto de las sustancias humicas, aminoácidos y polisacáridos en la producción de calabacita. X congreso nacional de la sociedad Mexicana de ciencias hortícola, IX congreso nacional y II internacional de horticultura ornamental. Pp 136.

Salisbury, F. B., C.W. Ross. 1994. *Fisiología Vegetal*. Editorial Iberoamericana. Col. Nápoles, D. F. México. Pp. 211-221

Stewart, G. R. and F. Larher 1980. Accumulation of amino acids and relate compounds in relation to environmental stress. *Biochem. Plants* 8: 609-635.

Taiz L. and Zeiger, E. 1998. *Plant Physiology*. Second edition. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Mass.

Cuadro I. Concentración de aminoácidos libres de un producto experimental y uno comercial reportado en (%).

Parámetro	Experimental (%)	Comercial (%)
Nitrógeno total	0.66	3.22
Proteína	4.12	20.12
Ácido Aspártico	0.092	0.324
Treonina	0.054	0.324
Serina	0.07	0.251
Acido glutámico	1.748	6.35
Glicina	0.569	1.832
Alanina	0.084	0.302
Cisteína	0.006	0.03
Valina	0.088	0.291
Metionina	0.006	0.092
Isoleucina	0.067	0.217
Leucina	0.12	0.379
Tirosina	0.03	0.078
Fenilalanina	0.031	0.153
Histidina	0.015	0.078
Lisina	0.096	0.288
Amonio (NH ₃)	0.027	0.116
Arginina	0.056	0.199
Prolina	0.053	0.23
Aminoácidos Libres	3.212	11.396

Cuadro II. Concentrado de análisis de variables medidas a plántula de tomate al adicionar aminoácidos, en invernadero.

Aminoácido	Comercial	Aminoácido	Experimental
Dosis		Dosis	

Variables	Testigo	0.2 cm ⁻³ L ⁻¹	0.4 cm ⁻³ L ⁻¹	0.6 cm ⁻³ L ⁻¹	0.2 cm ⁻³ L ⁻¹	0.4 cm ⁻³
Longitud de Raíz (cm)	36.1 a	18.3 b	22.2 b	17.8 b	18.7 b	13.7 b
Longitud de Tallo (cm)	8.5 c	13.9 a	14.6 a	13.2 ab	11.6 b	14.5 a
Peso Fresco de Raíz (gr)	0.360 b	0.631 ab	0.681 a	0.701 a	0.630 ab	0.776 b
Peso Fresco de Tallo(gr)	0.774 b	1.356 a	1.672 a	1.377 a	1.314 a	1.561 a
Peso Seco de Raíz(gr)	0.052 c	0.088 abc	0.077 bc	0.102 ab	0.083 abc	0.098 ab
Peso Seco de Tallo(gr)	0.113 b	0.218 a	0.265 a	0.242 a	0.204 ab	0.250 a

Los promedios seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro III. Concentrado de análisis de variables medidas a plantas de ton en producción al adicionar aminoácidos en invernadero.

Variables	Testigo	Aminoácido Comercial			Aminoácido Experi	
		Dosis			Dosis	
		0.2 cm ⁻³ L ⁻¹	0.4 cm ⁻³ L ⁻¹	0.6 cm ⁻³ L ⁻¹	0.2 cm ⁻³ L ⁻¹	0.4 cm ⁻³
Altura de planta(cm)	54.0 b	55.8 b	56.2 ab	53.2 b	57.7 ab	58.5 ab
Racimos por planta	3.6 ab	4.2 ab	3.5 b	4.2 ab	4.3 ab	4.6 a
Flores por racimo	4.3 a	4.5 a	4.5 a	4.6 a	4.5 a	4.7 a
Peso Fresco de planta(gr)	144.4 a	121.25 a	208.5 a	190.63 a	175.0 a	143.38 a
Rendimiento por planta(gr)	379.6 a	433.4 a	297.4 a	435.5 a	379.1 a	334.7 a
Firmeza	0.907 a	1.0725 a	1.055 a	0.9975 a	0.905 a	0.930 a
Grados Brix	5.9 a	5.7 ab	5.56 ab	6.04 a	5.06 b	5.48 ab

Los promedios seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente , (Tukey, $P \leq 0.05$)

CONCLUSIÓN

En la producción de plántula el resultado más positivo en producción de biomasa fresca y seca, además de longitud de tallo de obtuvo con la adición de aminoácidos en donde sobresalen los resultados que se obtuvieron con el aminoácido experimental a dosis de $0.6 \text{ cm}^{-3} \text{ L}^{-1}$.

Los aminoácidos experimentales, cuando fueron adicionados exógenamente vía foliar a la cantidad de $0.6 \text{ cm}^{-3} \text{ L}^{-1}$ de agua, estimularon positivamente el crecimiento y producción de tomate, en invernadero.

LITERATURA CITADA

- Alarcón A. L. 2000. Tecnología para cultivos de alto rendimiento. Noveda Agrícolas S. A. Torres Pacheco (Murcia). 1^{ra} edición. Pp.175-186.
- André, L. 1988. Los microelementos en la agricultura. Editorial Mundi-Prer Madrid, España.
- Bienfait, H. F. 1998. Mechanisms in Fe-eficiency reactions of higher plants Plant Nutr. 11:605-629.
- Bohn, H. L. 1993. Química de suelos. Editorial Limusa, Grupo Noriega Edito México.
- López-Bucio, J., Nieto-Jacobo, M. F., Ramírez-Rodríguez, V., Herrera-Estre L. 2000. Organic acid metabolism in plants: From adaptative physiolog transgenic varieties for cultivation in extreme soils. Plant Sci. 160:1-13.
- Ma, J. F., Ryan, P.R., Delhaize, E. 2001. Aluminium tolerance in plants and complexing role of organic acids. Trends Plant Sci. 6:273-278.
- Massonneau, A., Langlade, N., Leon, S., Smutny, J., Vogt, E., Neumann, Martinoia, E. 2001. Metabolic changes associated with cluster r development in white lupin (*Lupins albus* L.): relationship between orga acid excretion, sucrose metabolim and anergy status. Planta 213:534-5.
- Moraghan, J.T., P.T. Freeman, and D. Whited. 1986. Influence of FeEDD and Soil Temperature on the growth of two soybean varieties, No Dakota State, Univ. Fargo, ND 58105, USA. Plant-And-Soil .95: 1, 57-67
- Osuna, T.A., A.R. Becerril, R.V. Mosqueda, M.R. Villarreal, A.M. Castillo 20 Promotores de floración y concentración de almidón y aminoácidos yemas de mango. Revista Chapingo Serie Horticultura 7(2): 209-223.
- Patil, P.B., M. .M. Rao, P.B. Basarkar, K. V. Janardhan, C. N. Srinivasan, U. Nalawadi 1988. Role of free amino acids in fruit bud differentiation 'Alphonso' mango shoots. Acta Hort. 231: 405-411.
- Reyes, L. A. 2001. Prueba de prototipos de proteína hidrolizada en

crecimiento y desarrollo de plántula de tomate. Reporte de investigación

Salisbury, F. B., C.W. Ross 1994. Fisiología Vegetal. Editorial Iberoamericana. Col. Nápoles, D. F. México. Pp. 211-221.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2003.

Stewart, G. R. and F. Larher, 1980. Accumulation of amino acids and related compounds in relation to environmental stress. *Biochem. Plants* 8: 627-635.

Zoberbac, 2003. Biología Celular. www.safes.es/zoerberac/esp/queson.html.