

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”



DIVISIÓN DE INGENIERIA

**Aplicación de Fertilizantes Foliareos Mejorados con Aminoácidos y
Potasio en Plantas de Chile Pimiento Morrón (Capsicum annuum var.
California Wonder 300), En Condiciones de Invernadero.**

Por:
OSCAR MENDOZA MALAGÓN

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:
Ing. Agrícola y Ambiental

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2004

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE SUELOS

**Aplicación de Fertilizantes Foliares Mejorados con Aminoácidos y Potasio en
Plantas de Chile Pimiento Morrón (Capsicum annuum var. California Wonder
300), En Condiciones de Invernadero.**

Por:

OSCAR MENDOZA MALAGÓN

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para
obtener el título de:
Ing. Agrícola y Ambiental**

Presidente del jurado

MC. Luis Miguel Lasso Mendoza.

Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Sinodal

MC. Juan Manuel Cepeda Dovala
Sinodal

Ing. Rene de la Cruz Rodríguez
Sinodal

MC. Luis Edmundo Ramírez Ramos.
Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. Olegario Mendoza Ramírez

Sra. Flora Malagón Zamudio

Quienes han luchado incansablemente para lograr ser de mí un profesionalista. A ustedes que me facilitaron las herramientas necesarias para salir adelante y triunfante por el arduo camino de la vida, con todo mi amor, respeto y cariño sincero les agradezco sus infinitas bondades para conmigo.

A mis hermanos:

Luis Miguel Mendoza Malagón

Víctor Olegario Mendoza Malagón

Por sus palabras llenas de sabiduría y comprensión que sirvieron como hábito de vida en mi formación académica y familiar.

A mis abuelitos:

+ Daniel Mendoza Barrientos

Margarita Ramírez Diego

Juan Malagón Contreras

Josefina Zamudio Rosiles

Por el inmenso amor y cuidados que me otorgan en el caminar de la vida. Por sus bellos consejos y palabras de aliento que derramaron sobre mí para poder continuar en pie.

A mis tías (os):

María, Juan, Juana, Yolanda, María Josefina, Silvia, María Edith, María Eugenia, quienes de una u otra forma me ayudaron y confiaron en mí.

A mis primos (as):

Margarita, Socorro, Juan José, Jonathan, Cruz Alejandra, Jorge, Claudia, Laura Teresa, Zianya Itzel, Oscar César, Avidan Oldani, Noe, Daniel, Juan y especialmente a ti Isabel que conviviste algunos años de tu vida conmigo ayudándome en todo con la plena esperanza puesta en que saliera adelante.

A la familia Lasso Ramírez:

Por brindarme facilidades, consejos, entusiasmo, alegría y felicidad al recibirme como un hijo más de ustedes, gracias por sus palabras llenas de sapiencia que albergan en mí ser.

A la familia Villa Vargas:

Por haberme permitido convivir dentro de su familia como un miembro más, por su confianza, enseñanzas y consejos llenos de sabiduría.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecerle sincera y respetuosamente a “Dios” por las bondades recibidas en los momentos en que no encontraba consuelo en los seres humanos.

Expreso mis más grandes y sinceros agradecimientos a mi familia, por su apoyo y comprensión durante mi estancia en la universidad, junto con ello reiterarles mi cariño, amistad y amor.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por haberme abrigado en sus aulas en el transcurso y desarrollo de mi formación académica.

Al Departamento de Suelos por brindarme todas las facilidades para la conclusión de la carrera de Ing. Agrícola y Ambiental.

Al Ing. M.C Luis Miguel Lasso Mendoza por sus enseñanzas, que fueron llenas de sabiduría, respeto, comprensión y amor, además de contribuir de una forma incansable en la realización del presente trabajo.

Al Ing. Blas, investigador de la empresa COSMOCEL, por colaborar y por sus valiosos consejos, además de la información aportada.

Al Dr. Adalberto Benavides Mendoza por colaborar en la revisión de la tesis.

Al M.C Juan Manuel Cepeda Dovala, por sus consejos y alientos en el transcurrir de mi formación académica.

Al Ing. Rene por su colaboración entusiasta en el presente trabajo.

A la secretaria Lili por las facilidades y amabilidades brindadas desde la jefatura del Departamento de Suelos y por haberme hecho ver las cosas con otras perspectivas.

A Samuel, Maira, Angélica, Luis Miguel, Víctor Olegario, Israel, José Luis, Cirilo, Cristina, Blanca Azucena, Leonarda, Sandra Mirian, Norma, María Elena, Dora Daniela, Kathia Anahi, por su valiosa y sincera amistad, mil gracias. Pero especialmente a ti Samuel que fuiste pieza clave y fundamental en mi carrera, por tus consejos y manifestaciones de un cariño de verdaderos hermanos.

A la Sra. Verónica, al Sr. Ernesto y a la Sra. Josefina trabajadores del Departamento de Suelos por su valiosa ayuda desinteresada en mi formación.

Agradezco especialmente a todas aquellas personas que convivieron conmigo en el lapso de tiempo requerido para la realización de la carrera de Ing. Agrícola y Ambiental.

P A R A R E F L E X I O N A R

A TODOS

No necesitamos llegar a ser pobres... para saber pedir, ni tenemos que llegar a ser ricos... para poder dar.

Necesitamos merecer... para recibir, requerimos recibir... para tener, debemos tener... para dar, tenemos que dar... para obtener.

Y así, el que no tiene... ¡tendrá!

y quien ya tiene... ¡más obtendrá!

Stefano Tanasescu Morelli.

Triunfar en la vida es hacer triunfar a los demás.

Montserrat Lozano Téllez.

Las Palabras

Las palabras que expresan la verdad, no son agradables; las palabras que son agradables, no expresan la verdad.

Un hombre bueno, no discute; el que discute, no es hombre bueno.

El sabio no conoce muchas cosas; el que conoce muchas cosas, no es sabio.

El sabio no acumula para sí; mientras más vive para otros, más vive para él mismo.

Mientras más da; más tiene para sí mismo.

El camino al Cielo es beneficiar a los demás y no dañar; el camino del sabio es hacer pero no competir.

Lao-Tse.

Parábola de la educación

Iba un hombre caminando por el desierto cuando oyó una voz que le dijo:

Levanta unos guijarros, mételos a tu bolsillo y mañana te sentirás a la vez triste y contento.

Aquel hombre obedeció. Se inclinó, recogió un puñado de guijarros y se los metió en el bolsillo.

A la mañana siguiente, vio que los guijarros se habían convertido en diamantes, rubíes y esmeraldas.

Y se sintió feliz y triste.

Feliz, por haber recogido los guijarros; triste, por no haber recogido más.

Lo mismo ocurre con la educación.

William Cunningham.

Dar

Hay algunos que dan poco de lo mucho que tienen y lo dan para que se les reconozca; este deseo oculto hace que sus regalos no promuevan el bienestar.

Y hay aquéllos que tienen poco y lo dan todo.

Estos son los que creen en la vida y en la generosidad de la vida; su cofre nunca estará vacío.

Hay aquéllos que dan con alegría y esa alegría es su premio.

Y hay aquéllos que dan con dolor y ese dolor es su bautismo.

Y hay aquéllos que dan y no conocen el dolor al dar, ni buscan alegría, ni lo dan pensando en la virtud; ellos dan tal como en el valle distante el mirto respira su fragancia en el espacio.

Por medio de las manos de personas como éstas, Dios habla y detrás de sus ojos Él sonríe hacia la tierra.

Gibrán Jalil Gibrán.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
Índice de Cuadros.....	10
Índice de Figuras.....	11
 I. INTRODUCCIÓN.....	 1
 II. OBJETIVOS.....	 3
 III. HIPÓTESIS.....	 3
 IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	 4
Origen del Pimiento.....	4
Valor Nutritivo.....	4
Clasificación Taxonómica.....	5
Descripción Botánica.....	6
Requerimientos Edáficos.....	7
Requerimientos Climáticos.....	7
Temperatura.....	7
Humedad.....	8
Enfermedades y Plagas.....	9
Enfermedades Fungosas.....	9
Enfermedades Bacterianas.....	10
Enfermedades Virales.....	11
Insectos.....	12
Ácaros.....	13
Nemátodos.....	14
Formas de Nitrógeno en la planta.	14
Funciones del Nitrógeno en la planta.....	15
El Fósforo en la planta.....	15
Formas del Potasio.....	16
El Potasio en la planta.....	19

Funciones del Potasio en la planta.....	20
Deficiencias de Potasio.....	21
Síntomas de las deficiencias de Potasio.....	22
Nutrición Foliar.....	23
Factores que afectan la absorción foliar.....	26
Ventajas y desventajas de los fertilizantes foliares.....	28
Fotosíntesis.....	29
Aminoácidos.....	30
Antecedentes de los aminoácidos.....	30
Descripción y clasificación de los aminoácidos.....	32
Los peptidos y el enlace peptídico.....	33
Usos de los aminoácidos en la agricultura.....	35
Funciones en el suelo.....	36
Funciones en el planta.....	37
Los aminoácidos y sus funciones en las plantas.....	39
Los aminoácidos en la fertilización foliar.....	41
Ventajas de la aplicación de fertilizantes con aminoácidos...	42
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
Localización del Sitio Experimental.....	45
Características del Invernadero.....	45
Material Biológico.....	45
Fertilizantes Foliares.....	46
Descripción de Tratamientos.....	47
Diseño Experimental.....	47
Establecimiento del Experimento.....	48
Parámetros de evaluación.....	50
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
Altura de Plántulas.....	53
Diámetro del Tallo.....	55
Número de Hojas.....	57
Longitud de Raíz.....	59
Peso Fresco de Raíz.....	60

Peso Seco de Raíz.....	62
Peso fresco de plantas.....	63
Peso Seco de Plantas.....	65
Número de Frutos.....	68
Comparación de Tratamientos.....	69
VII. CONCLUSIONES.....	70
 VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	 71
 APÉNDICE.....	 75

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO A.1 Composición del contenido nutritivo del chile.....	5
CUADRO A.2 Temperaturas críticas para el pimiento morrón en las distintas fases de desarrollo.....	8
CUADRO A. 3 Enfermedades virales del pimiento morrón.....	11
CUADRO A.4 Calendario de aplicaciones de fertilizantes foliares con aminoácidos y evaluaciones del cultivo.....	49
CUADRO A.5 Altura de plantas durante el ciclo del cultivo.....	53
CUADRO A.6 Diámetro del tallo durante el ciclo del cultivo.....	55
CUADRO A.7 Número de hojas por planta, durante el ciclo del cultivo.....	57
CUADRO A.8 Longitud de raíz durante el ciclo del cultivo.....	59
CUADRO A.9 Peso fresco de raíz durante el ciclo del cultivo.....	60
CUADRO A.10 Peso seco de raíz durante el ciclo del cultivo.....	62
CUADRO A.11 Peso fresco de plantas, durante el ciclo del cultivo.....	63
CUADRO A.12 Peso seco de plantas, durante el ciclo del cultivo.....	65
CUADRO A.13 Número de frutos del cultivo de chile pimiento.....	68
CUADRO A.14 Comparación de tratamientos de acuerdo a los parámetros evaluados en chile pimiento morrón.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Aminoácidos esenciales en la síntesis de las proteínas.....	33
FIGURA 2. Unión del enlace péptico en las cadenas de aminoácidos.....	34
FIGURA 3. Mapa de localización del sitio experimental.....	45
FIGURA 4. Representación de la altura promedio de planta.....	54
FIGURA 5. Representación promedio de diámetro del tallo de plantas.....	56
FIGURA 6. Representación promedio del número de hojas.....	58
FIGURA 7. Representación promedio de la longitud de raíz.....	59
FIGURA 8. Representación promedio del peso fresco de raíz.....	61
FIGURA 9. Representación promedio del peso seco de raíz.....	62
FIGURA 10. Representación promedio del peso fresco de plantas.....	64
FIGURA 11. Representación promedio del peso seco de plantas.....	64
FIGURA 12. Representación promedio del peso fresco de plantas.....	66
FIGURA 13. Representación promedio del peso seco de plantas.....	66
FIGURA 14. Representación promedio del número de frutos.....	68

I. Introducción.

El pimiento morrón tiene una larga tradición en México, hay restos arqueológicos de este cultivo en el valle de Tehuacán, Pue., fechado entre 7000 y 5000 años A.C. En México el pimiento ha sido cultivado y usado como alimento en la dieta diaria de la población desde tiempos precolombinos.

El cultivo de pimiento morrón, entre las hortalizas, tiene una gran importancia social y económica, pues su consumo forma parte de la alimentación de nuestro pueblo, además, de que requiere de mano de obra, generando empleos en zonas productoras, en algunos casos durante todo el año, alrededor de 120-150 jornales por hectárea.

Existen cinco especies cultivadas: *Capsicum annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum* y *C. pubescens*. La especie *C. annuum* es la que más se cultiva, tanto por sus variedades dulces como picantes.

Debido a su alto contenido de vitamina C y calorías, el pimiento es un producto de mucho valor nutritivo en la alimentación del hombre.

Las tendencias actuales de creación, innovación y búsqueda de nuevas técnicas de cultivo van encaminadas a obtener un incremento en la calidad y el rendimiento, sin aumento de los costos.

Los conocimientos en el campo de la nutrición vegetal y las diversas maneras de suministro de nutrientes y fertilización ofrecen una alternativa de producción que se adecua satisfactoriamente a las necesidades del medio, tales como: la hidroponía y el uso de invernaderos.

Para la mejora de la producción es de primordial importancia el uso de los fertilizantes químicos, aplicados tanto al suelo como al follaje.

Se considera como fertilizante foliar aquel que sea aplicado a la parte aérea de las plantas en forma líquida y es absorbido por los órganos distintos a las raíces.

La fertilización foliar es el método más eficiente cuando se trata de elementos secundarios o menores, aplicados en pequeñas dosis ya que la respuesta al tratamiento ocurre al menor tiempo que sí se aplicara al suelo.

Dentro de los elementos esenciales el Potasio juega un papel importante en el crecimiento y desarrollo de la planta, ya que interviene fisiológicamente en los siguientes procesos: Síntesis de azúcar y almidón, traslado de azúcares, síntesis de proteínas, además de la estimulación enzimática.

Un aminoácido es, como su nombre lo indica, un compuesto que contiene a la vez un grupo amino y un grupo ácido. Desde el punto de vista biológico, los únicos aminoácidos importantes son los llamados alfa-aminoácidos de configuración L. Es decir, son aminoácidos en los que el grupo NH_2 está unido al carbono vecino al grupo carboxilo y además, desde el punto de vista de su actividad óptica, son levorotatorios.

Sólo 19 aminoácidos se encuentran habitualmente en hidrolizados de proteínas.

Los aminoácidos son los ladrillos con que se construyen las proteínas, y en las plantas tienen diversas funciones adicionales en la regulación del metabolismo, transporte y almacenaje de nitrógeno.

II. OBJETIVO

Evaluar la respuesta de la aplicación de fertilizantes foliares mejorados con aminoácidos y su influencia en el crecimiento y producción de chile pimiento morrón var. California Wonder 300.

III. HIPOTÉISIS

1. Los fertilizantes foliares mejorados con aminoácidos inducen un mejor crecimiento y producción.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

ORIGEN

La mayoría de las especies de pimiento morrón actualmente cultivadas, se consideran originarias de América Tropical, habiéndose encontrado formas silvestres a lo largo del macizo andino, desde el Norte de Chile y Noroeste de Argentina hasta llegar a México (*Valadez, 1997*).

Se señala que los orígenes del pimiento son en el continente americano. Lo atestiguan los restos encontrados del mismo en yacimientos arqueológicos. Han sido halladas cáscaras de pimiento con más de dos mil años de antigüedad en tumbas del Perú. Por el contrario, no existe referencia alguna sobre esta planta en las lenguas antiguas de Europa. De ahí la tesis incontestable de que el pimiento procede del continente americano (*Alemán et al, 1982*).

Valor nutritivo

El chile verde contiene mayor cantidad de ácido ascórbico (vitamina C) y riboflavina (B2), siendo similar su contenido de minerales y proteínas al del jitomate, pero superándolo en carbohidratos (Valadez, 1997).

Los compuestos mostrados en el cuadro 1.1, fueron obtenidos con base a 100 grs. de parte comestible de chile.

CUADRO A.1 Composición del contenido nutritivo del chile.

Agua	88.8 %
Proteínas	1.6 gr.
Carbohidratos	9.1
Ca	10.0 mg
P	25.0 mg
Fe	0.7 mg
Ácido ascórbico	235.0 mg
Tiamina (B1)	0.09 mg
Riboflavina (B2)	0.06 mg
Vitamina A	770 U.I. *

Fuentes: 1) P.L White y N. Selvey; 2) B.K Watt y A.L Merrill

* Una unidad Internacional (U.I) de vitamina A es equivalente a 0.3 mg de vitamina A en alcohol.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

El pimiento pertenece a la familia Solanácea, la cual incluye otras plantas de gran importancia económica como es: La papa, el tomate, el jitomate, el tabaco, etc.

Pérez, (1997) considera la siguiente clasificación taxonómica.

División ----- Angiospermae

Clase -----Dicotyledonae

Subclase -----Metachlamydeae

Orden -----Tubiflorae

Familia ----- Solanaceae

Género ----- Capsicum

Especie ----- annuum

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Según sus propiedades biológicas, el pimiento es una planta perenne, pero se cultiva como si fuese anual (*Pérez et al, 1997*).

Zapata et al, 1992, hacen la siguiente descripción botánica de la planta de pimiento morrón:

Raíz.- El sistema radical de esta planta es pivotante y profundo que puede llegar de 70 hasta 120 cm, provisto y reforzado de un número elevado de raíces adventicias.

Tallo.- Es de crecimiento limitado y erecto, con una parte que en termino puede variar entre 0.5 y 1.5 m. Cuando la planta adquiere una cierta edad, los tallos se lignifican ligeramente.

Hojas.- Son lampiñas, enteras, ovales o lanceoladas, con un ápice muy pronunciado y un pecíolo largo o poco aparente.

Fruto.- Es una baya semicartilaginosa, no jugosa y moderadamente grande, que tiene como características la de no ser picante, sino dulce. Se compone del pericarpio, el endocarpio y las semillas, la forma puede ser alargada tortuosa cónica y globular con 2,3 y 4 lóbulos por fruto, siendo los más comunes los de cuatro lóbulos (Yahia, 1992).

Semilla.- Redondeada y ligeramente reniforme, suele tener 3-5 mm de longitud, se insertan sobre una placenta cónica de disposición central, y son de un color amarillo pálido.

REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

El pimiento morrón requiere suelos profundos y livianos, con buen drenaje y fertilidad media. Las plantas muestran un crecimiento normal cuando el pH del suelo está entre 5.5 y 6.8, con un contenido en materia orgánica del 3-4%.

No es recomendable sembrar pimiento en terrenos donde anteriormente se han sembrado otras solanáceas. Lo ideal sería rotar la siembra de pimiento, con dos ciclos de siembra de plantas gramíneas.

Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego, aunque en menor medida que el tomate (*Bolaños*, 1998).

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

Temperatura

Es una planta exigente en temperatura (más que el tomate y menos que la berenjena).

CUADRO A. 2 Temperaturas críticas para pimiento en las distintas fases de desarrollo.

FASES DEL CULTIVO	TEMPERATURA (°C)		
	ÓPTIMA	MÍNIMA	MÁXIMA
Germinación	20-25	13	40
Crecimiento vegetativo	20-25 (día)	15	32
	16-18 (noche)		
Floración y fructificación	26-28 (día)	18	35
	18-20 (noche)		

La oscilación térmica (diferencia de temperatura entre la máxima diurna y la mínima nocturna) ocasiona desequilibrios vegetativos.

La coincidencia de bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral (entre 15 y 10 ° C) da lugar a la formación de flores con alguna de las siguientes anomalías: pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal,

acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, etc.

Las bajas temperaturas también inducen la formación de frutos de menor tamaño, que pueden presentar deformaciones, reducen la viabilidad del polen y favorecen la formación de frutos partenocárpicos.

Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre el 50% y el 70%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados.

ENFERMEDADES Y PLAGAS

Enfermedades Fungosas

Existen diversos hongos fitopatógenos que causan daño a la planta de pimiento. Para algunas de ellas se cuenta con variedades tolerantes, por lo que han pasado a ser enfermedades de menor importancia. Algunas de las enfermedades más comunes en el cultivo del pimiento son las siguientes:

Pudrición Basal del Tallo. Es producida por *Phytophthora capsici*. En los tallos de las plantas infectadas se producen lesiones acuosas de color café, que se extienden formando un anillo. Los síntomas se pueden originar en los puntos de crecimiento de la planta. En este caso las manchas avanzan hacia la base de la planta, causando su deterioro general.

Marchitez Fungosa. Es causada por el hongo Sclerotium rolfsii Sacc y aunque ha sido reportada en las plantaciones de pimiento, su incidencia es muy baja, por lo que no se considera como una enfermedad de importancia local.

Antracnosis. Es causada por varias especies de los géneros Colletotrichum y Gloeosporium y por la especie Glomerella cingulata. Aparece en los frutos como pequeñas manchas ligeramente hundidas, circulares y acuosas. En la lesión se observan bandas concéntricas sobre las que crecen las esporas de color rosado.

Cercospora o Mancha de la Hoja. Es producida por el hongo Cercospora capsici. El hongo produce lesiones café oscuro que con el tiempo se tornan blancas. Generalmente estas manchas tienen un halo verde oscuro y otro clorótico.

Enfermedades Bacterianas

Existen varias bacterias que atacan las plantas de pimiento. Algunas de ellas pueden sobrevivir en el suelo por períodos largos en ausencia del cultivo, por eso representan un serio problema para los agricultores.

Mancha Bacterial. Es causada por Xanthomonas campestris pv. Vesicatoria, es una bacteria del grupo de los bacilos gram negativo. Esta enfermedad se presenta como manchas circulares oscuras que, conforme avanzan se tornan angulares y de color café. En las lesiones más viejas, el tejido central se desprende dejando un agujero.

Maya o Marchites Bacterial. Es causada por Pseudomonas solanacearum, es también un habitante del suelo. Debido a lo anterior, una vez que los campos

se han contaminado con este patógeno, no es conveniente volver a sembrar pimiento o cualquier otra solanácea.

Pudrición Blanda del Fruto. La pudrición del fruto, podredumbre húmeda o bolsa de agua, es causada por varias especies de las bacterias Erwinia y Pseudomonas y, por lo general, se encuentra asociada con la presencia de daños causados por insectos. Al inicio se observa una mancha húmeda y opaca en la superficie del fruto; luego la pudrición avanza en su interior desintegrándolo. Los frutos podridos permanecen prendidos a la planta.

Enfermedades Virales

CUADRO A. 3 Enfermedades Virales del Pimiento Morrón.

VIRUS	SÍNTOMAS EN HOJAS	SÍNTOMAS EN FRUTOS	TRANSMISIÓN
Virus del Mosaico del Pepino	- Mosaico verde claro-amarillento en hojas apicales - Clorosis difusa - Filimorfismo. - Rizamiento de los nervios	- Reducción del tamaño - Anillos concéntricos y líneas irregulares con la piel hundida	- Pulgones
Virus del Bronceado del Tomate	- Anillos clorótico/necróticos - Fuertes líneas sinuosas de color más claro sobre	- Manchas irregulares - Necrosis Manchas redondas de color amarillo y	Trips (F. occidentalis)

	el fondo verde.	necrosis.	
	- A veces necrosis apical del tallo	- En ocasiones anillos concéntricos.	
Virus del Mosaico del Tomate	- Mosaico verde claro- amarillo - Reducción del crecimiento	- Deformación con abollonaduras - Necrosis	- Semillas - Mecánica
Pepper Mild Mottle Virus	Mosaico foliar (manchas verde oscuro), a veces muy suaves	- Deformaciones - Abollonaduras - Necrosis	Semillas Mecánica Suelo (raíces)
Virus Y de la Papa	- Necrosis de los nervios - Defoliaciones - Manchas verde oscuro junto a los nervios (a veces)	- Manchas - Necrosis - Deformaciones	Pulgones
Virus del Enanismo Ramificado del Tomate	- Clorosis fuerte en hojas apicales	Manchas cloróticas difusas.	- Suelo (raíces) - Semilla

Insectos

Las plagas insectiles son muy importantes en el sistema de producción de pimiento. Los adultos de algunas plagas se alimentan de las hojas, tallos y raíces causando reducciones en los rendimientos. En la mayoría de los casos, son las larvas de los lepidópteros y coleópteros las que causan los estragos mayores en las plantaciones.

La mosca blanca, *Bemisia tabaci* Genn, se observa en cantidades importantes en las plantaciones de pimiento. El daño que causa esta plaga es indirecto, pues la mosca es vector de varios geminivirus que atacan al pimiento. Pulgón, *Aphis gossypii* y *Myzus persicae*, son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara.

Trips, *Frankliniella occidentalis*, los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y, preferentemente, en flores (son florícolas), donde se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas de las puestas. Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. El daño indirecto es el que causa mayor importancia y se debe a la transmisión del virus del bronceado del tomate que afecta al pimiento.

Ácaros

Los ácaros se presentan, normalmente, en áreas pequeñas. La severidad de su ataque puede llevar a la pérdida de plantaciones completas si no se ataca el problema a tiempo. Se deben realizar inspecciones frecuentes en la siembra, para detectar la presencia de la plaga y tomar las decisiones necesarias para su manejo.

Ácaro blanco, *Polyphgotarsonemus latus* se presenta en plantaciones jóvenes. También se han encontrado en plantaciones que están iniciando la producción, en cuyo caso provocan la deformación de los frutos y la caída de las flores. Se localiza generalmente en el envés de las hojas jóvenes, donde raspan la epidermis de la planta para alimentarse. La nervadura central de las hojas afectadas se distorsionan y corruga y sobre ellas se forma un tejido corchoso. En ataques severos las hojas se deforman totalmente, las láminas y los peciolo no se desarrollan y llegan a formar más de una hoja retorcida.

Araña roja, *Tetranychus urticae* Koch, es el ácaro más comúnmente asociado al cultivo del pimiento, principalmente durante la época seca. El ácaro se localiza en el envés de las hojas más jóvenes. Al inicio de la infestación se observan puntos amarillos en la lámina de la hoja. Conforme aumenta el nivel de daño, las hojas se tornan amarillentas y el tejido lesionado se necrosa. El ácaro también se alimenta de las flores y frutos, causando la caída de las flores y la distorsión de los frutos.

Nemátodos

Entre los nemátodos que atacan el cultivo de pimiento, se encuentran varias especies de los géneros Meloidogyne y Rothylenchulus. Estos nemátodos, además de provocar daños directos sobre la planta, facilitan el ingreso de otros patógenos.

Formas de nitrógeno en la planta

El nitrógeno (N) es esencial para el crecimiento de la planta. Forma parte de cada célula viviente. Las plantas requieren de grandes cantidades de (N) para crecer normalmente.

Las plantas lo absorben en su mayoría en forma de aniones amonio (NH_4^+) o nitrato (NO_3^-). Algo de urea se absorbe directamente por las hojas y pequeñas cantidades de nitrógeno se obtienen de materiales como aminoácidos solubles en agua. Con excepción del arroz, los cultivos agrícolas absorben la mayoría de N como ion NO_3^- . Sin embargo, estudios recientes han demostrado que los cultivos usan cantidades apreciables de NH_4^+ , si éste está presente en el suelo.

Una de las razones por las que se obtienen rendimientos más altos con la absorción de una parte del N como NH_4^+ , es que la reducción de NO_3^- dentro de la planta requiere de energía (el NO_3^- es reducido a NH_4^+ que luego se convierte en aminoácidos dentro de la planta). Esta energía es proporcionada por carbohidratos, los mismos que podrían ser usados para el crecimiento o para la formación del grano.

Funciones del nitrógeno en la planta

Es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de la molécula de la clorofila está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. La carencia de nitrógeno y en consecuencia la carencia de clorofila no permite que la planta utilice la luz solar como fuente de energía en el proceso de la fotosíntesis y la planta pierde la habilidad de ejecutar funciones esenciales como la absorción de nutrientes. El nitrógeno es un componente de las vitaminas y los sistemas de energía en la planta. Es también un componente esencial de los aminoácidos, los cuales forman proteínas, por lo tanto, es directamente responsable del incremento del contenido de proteínas en las plantas.

El fósforo en la planta

Es esencial para el crecimiento de las plantas. No puede ser sustituido por ningún otro nutriente. La planta debe tener fósforo para cumplir su ciclo normal de producción.

Las plantas absorben la mayoría del fósforo como el ion ortofosfato primario (H_2PO_4^-). También absorben pequeñas cantidades como ion ortofosfato secundario ($\text{HPO}_4^{=}$). El pH del suelo influye en gran parte en la absorción de estas dos formas de fósforo por la planta. Los cultivos utilizan otras formas pero en cantidades menores a la del ortofosfato. Las concentraciones más altas de fósforo en plantas jóvenes se encuentran en el tejido de los puntos de crecimiento. Debido a que este elemento se mueve rápidamente de los tejidos viejos a los jóvenes, las deficiencias aparecen primero en las partes bajas de la planta. A medida que el cultivo madura, la mayor parte de fósforo se mueve a las semillas o al fruto.

El fósforo desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y crecimiento celular y otros procesos que se llevan a cabo en la planta. Además promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces. Este mineral mejora la calidad de la fruta, hortalizas y granos y es además vital para la formación de la semilla. Está involucrado en la transferencia de características hereditarias de una generación a la siguiente.

El fósforo ayuda a las raíces y a las plántulas a desarrollarse rápidamente y mejora su resistencia a las bajas temperaturas. Además incrementa la eficiencia del uso del agua, contribuye a la resistencia de algunas plantas a enfermedades y adelanta la madurez. Es importante para rendimientos más altos y calidad de los cultivos.

Formas del potasio

La interacción entre nutrientes en las plantas cultivadas ocurre cuando el abastecimiento de uno de los nutrientes afecta la absorción y utilización de otros nutrimentos, este tipo de interacción es muy común cuando un nutriente tiene un exceso de concentración en el medio de cultivo, éstas interacciones pueden ocurrir en la superficie de la raíz o dentro de la planta y pueden ser clasificadas en dos categorías principales; en la primera están los precipitados o complejos que ocurren entre iones por su capacidad de formar vínculos químicos; en la segunda es entre iones con propiedades tan similares que compiten por el sitio de adsorción, absorción, transporte y función en la raíz de las plantas o dentro de sus tejidos, estas interacciones son comunes entre nutrientes de similar tamaño, carga, geometría de coordinación y configuración

electrónica, este tipo de interacción es común entre Ca_{2+} , Mg_{2+} , K^+ , y Na^+ . (Fageria, 2001).

El potasio (K) se encuentra en primera instancia en los constituyentes minerales del suelo, éstos son: las micas, feldespatos y distintas arcillas. Esta primera forma, fijada al material originario del suelo, sufre un proceso de transformación hacia formas más simples y asimilables fisiológicamente por las plantas.

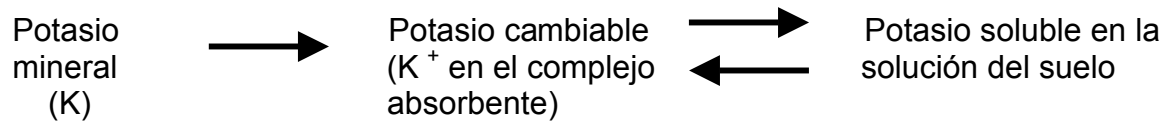
El potasio mineral pasa primero liberándose en una forma llamada cambiable, es decir deja de estar fijado a las moléculas minerales complejas y pasa a su forma catiónica K^+ (con su carga positiva por la pérdida de un electrón, de carga negativa), constituyendo la parte catiónica de las distintas sales del suelo (sulfato de potasio ($\text{SO}_4 \text{K}_2$), carbonato de potasio ($\text{CO}_3 \text{K}_2$), cloruro de potasio (ClK), etcétera).

Como los anteriores elementos, no se encuentra en su forma atómica pura (K) sino como constituyente de otras moléculas de sales (K^+). Este potasio cambiable se encuentra en el complejo absorbente del suelo ligado a las cargas negativas de los coloides orgánicos (humus) e inorgánicos (arcillas), al igual que los otros cationes (Ca^{++} , Na^+ , Mg^{++} , etcétera).

La tercera forma (la posterior al potasio mineral y potasio cambiable) es el catión en la solución del suelo, disuelto en el agua de los microporos y totalmente asimilable por el sistema radicular de las plantas.

En la solución del suelo, el K^+ se encuentra relativamente en una pequeña cantidad, comparándola con la cantidad absorbida por el complejo absorbente (arcilla-humus) y con la fijada en el material primario u original.

El proceso de las formas del potasio sería el siguiente:



El potasio cambiante está en equilibrio con el de la solución del suelo, renovándose constantemente la concentración del mismo en la solución edáfica.

Las plantas absorben el potasio ya sea:
de la solución del suelo, o
del complejo absorbente.

El potasio liberado por el material original posee la siguiente dinámica:
Liberación en su forma catiónica.
Absorción por el complejo absorbente.

Esta absorción depende cualitativamente de la calidad del complejo absorbente; así, en suelos arenosos es menor (pues hay menos arcillas y humus) y en suelos semipesados y pesados es mayor.

El pH del suelo también influye en la retención del potasio en el complejo absorbente. En los suelos ácidos es fácilmente lavado, en cambio, en los suelos neutros y ligeramente alcalinos es mejor retenido por las micelas del suelo.

La forma catiónica del potasio, liberado constantemente, desplaza su equilibrio por dos causas: a) pérdidas por lixiviación, y b) absorción de las plantas.

Las pérdidas por lixiviación o lavado dependen del tipo de suelo. En los arenosos, con poca capacidad de retención de iones (cationes), el lavado es mayor que en suelos pesados que lo retienen en su forma cambiante, para luego intercambiarlo lentamente con la solución edáfica.

La movilidad del potasio en el suelo es mucho mayor que la del fósforo. El potasio es menos móvil que el nitrógeno, pues es fácilmente retenido por el complejo absorbente, pero posee una gran solubilidad en la solución del suelo. Su movilidad consiste en estas dos formas: a) difusión en la solución, y b) acompañando los movimientos del agua causados por la absorción de las plantas.

A pesar de la poca cantidad de potasio en la solución del suelo las plantas encuentran la cantidad necesaria por: a) una constante renovación y desplazamiento del potasio retenido hacia la solución, y b) porque las plantas también lo absorben por “contacto” con el complejo absorbente del suelo (Rodríguez, 1999).

El potasio en la planta

El potasio llega a las raíces de las plantas por transporte en la solución del suelo y su concentración determina cuanto potasio alcanza las raíces en un momento dado. Se debe conocer que los niveles de potasio soluble del suelo son solamente indicadores de disponibilidad momentánea. Para la exitosa producción de cultivos es más importante que se mantenga la concentración de

potasio en la solución del suelo a un nivel satisfactorio a través del ciclo de cultivo (Ramírez, 1991).

El potasio es absorbido por las plantas en su forma catiónica, K^+ . La absorción en el suelo está relacionada a la concentración de otros cationes, como es el caso del magnesio (Mg^{++}), por problemas de competencia iónica, en la cual son absorbidos con mayor facilidad y velocidad los cationes que tienen una sola carga positiva que los que tienen mayor cantidad.

Funciones del potasio

Cuando el potasio entra en el sistema metabólico de las células, forma sales con los ácidos orgánicos e inorgánicos del interior de las mismas, que sirven para regular el potencial osmótico celular, regulando así el contenido de agua interna. En algunas plantas jóvenes esta función puede ser reemplazada por otros cationes como el litio (Li^+) y el sodio (Na^+), pero siempre de una forma restringida, es decir antes de los efectos tóxicos que pueden traer colateralmente.

Edmond et al. (1984). Reportaron que el Potasio se distingue del Carbono, del Hidrógeno, del Oxígeno y de otros elementos esenciales en que no es un constituyente de los compuestos elaborados o parte estructural de algún tejido vivo. Sin embargo, este elemento parece ser indispensable para la síntesis de los aminoácidos, ya que las plantas que crecen en suelos con altas concentraciones de iones de Amonio y bajos en iones de Potasio acumulan grandes cantidades de Nitrógeno libre en los tejidos.

Según (Rodríguez, 1999), el potasio interviene además fisiológicamente en los siguientes procesos:

Síntesis de azúcar y almidón.

Traslado de azúcares.

Síntesis de proteínas (en las uniones peptídicas de las mismas).

En la fosforilación oxidativa que se produce en las membranas de las mitocondrias (órganos celulares), esta fosforilación consiste en captar fósforo en una molécula compleja que también contiene el mismo elemento, como una forma de captar y acumular energía para otros procesos fisiológicos de la planta (como son las distintas síntesis de almidones, grasas y proteínas).

Interviene en la estimulación enzimática.

Es requerido para la turgencia en plantas y mantiene el potencial osmótico de las células, además de gobernar la apertura del estoma (Huber, 1985).

Está regulación osmótica indica el papel del potasio con relación al agua en la planta. La cual esta implicada en la toma del agua del suelo, la retención del agua en el tejido de la planta, y el transporte hacía el floema y xilema (Mengel, 1985).

Muchos otros papeles se le atribuyen al potasio. Es requerido para la producción del fosfato que genera una gran energía (ATP), además de intervenir en la síntesis de proteína (Tisdale, 1985), en el metabolismo del lípido, procesos fotosintéticos, y en el metabolismo del carbohidrato (Huber, 1985).

Al potasio se le conoce como un elemento de la calidad, porque en frutas y hortalizas desarrolladas con un adecuado balance de fertilizantes potásicos llegan a tener una vida de anaquel más duradera (Bould, 1985).

Deficiencias de potasio

A partir de la importancia fisiológica del potasio, en el metabolismo y catabolismo del vegetal, se deducen los problemas o trastornos ocasionados por su deficiencia. Ellos son:

Disminución de la fotosíntesis (producción de materia orgánica) y aumento de la respiración (destrucción de materia orgánica).

Disminución del traslado de azúcares a la raíz (por una disminución de la síntesis del azúcar).

Acumulación de compuestos orgánicos que contienen nitrógeno, pues no se produce una síntesis de proteínas (y uniones peptídicas).

Aparición en las células de las hojas de sustancias catabólicas, como la putresceína, que inician los procesos de muerte celular y de tejidos, es decir la necrosis de los tejidos vivos.

Se promueve la susceptibilidad al ataque de los hongos (enfermedades criptogámicas) pues disminuye la presión osmótica de las células, favoreciendo la entrada de los patógenos.

Síntomas de las deficiencias de potasio

Los síntomas que presentan los vegetales ante las deficiencias de potasio se pueden generalizar en:

Reducción general del crecimiento.

Los tallos y la consistencia general de la planta son de de menos resistencia física y presentan un menor vigor de crecimiento (menos velocidad).

Los frutos y semillas reducen tamaño y calidad por una deficiencia en la síntesis.

Las hojas tienden a “enrullarse”, amarillean los márgenes y luego se necrosan, las manchas avanzan hacia el centro de la hoja tornándose marrones, los síntomas aparecen primero en las hojas inferiores y luego en las superiores.

Las deficiencias de potasio, una vez sintomatizadas en la planta, indican una carencia elevada del elemento; se produce incluso, antes de los síntomas, una baja en el crecimiento y desarrollo de la planta si hay una carencia real. Una abundancia de este elemento se manifiesta en las siguientes características:

Mayor crecimiento y vigor.

Buen desarrollo de flores, frutos y semillas.

Resistencia al frío y enfermedades criptogámicas.

Aumento en la calidad de los frutos.

Nutrición foliar

Generalidades

La fertilización nutricional de las plantas por las hojas es una práctica antigua que se realizaba para aumentar la producción de los cultivos, pues se afirma que en la época Babilónica ya se aplicaba el rociado de las hojas de los árboles con suspensiones de excremento mezclado con cenizas vegetales. Indudablemente esta práctica solo tenía un fundamento empírico, ya que la ciencia de aquella época no había llegado a intuir el fenómeno de la absorción foliar (De la Vega, 1969).

El descubrimiento de los fundamentos científicos de la nutrición mineral a través de las hojas, se sitúa a mediados del siglo pasado, cuando el fisiólogo francés Gris realizó estudios que pusieron de manifiesto la evidencia de la absorción de elementos nutritivos por los tejidos de las hojas (De la Vega, 1969).

Uno de los avances científicos de mayor importancia de toda la humanidad fue el descubrimiento de que las plantas se nutrían por medio de minerales, lo cual originó que el rendimiento se duplicara varias veces (Papadakis, 1974).

La nutrición por vía foliar se practica desde el principio del siglo XVII, empezando a resumirse los resultados a mediados del mismo siglo. Los primeros trabajos se hicieron en Europa Occidental y de ahí se empezó a difundirse su práctica.

La primera demostración comercial de la nutrición foliar realizada sobre bases científicas comprobables, se hizo según Boston, (1954) en cultivo de piña en Hawai, en suelos con exceso de manganeso que impedían la disponibilidad de hierro para las plantas, se aplicaron al follaje soluciones de sulfato de hierro (FeSO_4), con resultados ampliamente satisfactorios.

Ante la certeza de que la nutrición vegetal rociada a la parte aérea de los cultivos con soluciones acuosas de sustancias alimenticias, se están desarrollando la técnica de la fertilización foliar, donde las experiencias aprueban que la absorción comienza a los cuatro segundos de haber asperjado las hojas con la solución nutritiva, la cual es absorbida con mayor velocidad y en mayor proporción que al abonar el suelo (García, 1980).

El exceso de nutrimento da lugar a desbalances nutricionales y la aplicación incorrecta disminuye el aprovechamiento del fertilizante. Además señala que una fertilización mal dosificada al suelo o vía foliar, trae consigo un bajo desarrollo y una disminución en la producción de frutos, causado por la falta o baja aplicación del nutrimento, reflejado en la calidad y producción de los frutos (Mascareño, 1987).

En la fertilización foliar existen pérdidas por el lavado de lluvias y por el líquido que cae al suelo, el cual es absorbido, en gran parte por las raíces, siguiendo el proceso de los abonos que se incorporan al terreno (García, 1980).

La fertilización foliar es una segunda vía para la alimentación de las plantas y no significa que las raíces vayan a perder su papel nutritivo de proveer de elementos para el desarrollo del cultivo (García, 1980).

En la naturaleza hay plantas como las epífitas y las acuáticas que absorben gran cantidad de los nutrientes directamente a través de sus hojas.

Un suelo puede contener todos los elementos necesarios para la nutrición pero éstos pueden estar en una forma no disponible para la absorción radicular; tal es el caso frecuente del hierro y el fósforo cuando el suelo es alcalino, o sea que tiene un pH elevado. En esos casos se realiza una fertilización de estos elementos a nivel foliar constituyendo una nutrición o fertilización complementaria.

Entre las partes aéreas de las plantas las hojas son las más activas en la absorción de las sustancias aplicadas, pues tienen una mayor superficie expuesta.

La efectividad de la fertilización foliar depende en gran medida de la cantidad absorbida de la sustancia a través de la superficie (siendo importante la composición química de las hojas) y de su traslado por los conductos floemáticos, requiriendo un gasto de energía metabólica.

Estas sustancias nutritivas deben atravesar la cutícula, las paredes (primaria y secundaria) y la membrana plasmática hasta llegar al interior de la hoja.

La cutícula está formada por pectinas, ceras y fibras celulósicas; en ella actúan, en el pasaje de las sustancias, grupos hidrófilos (que dejan pasar agua e iones) y grupos lipofílicos (que dejan pasar sustancias no-polares, que no tienen cargas eléctricas).

Una vez atravesada la cutícula, las sustancias traspasan las paredes de la hoja a través de los ectodermos que son espacios con una densidad menor de microfibrillas en las zonas de las paredes primarias y secundarias.

Las paredes también poseen propiedades hidrofílicas y lipofílicas. Luego, las sustancias absorbidas deben franquear las membranas celulares por medio de una absorción activa, requiriendo en este caso un gasto energético.

Factores que afectan la absorción foliar

Según Rodríguez (1999) se presentan algunos factores que afectan la absorción foliar en la planta:

Zona de contacto y superficie mojada

La superficie mojada debe ser lo mayor posible. La fertilización se hace en forma pulverizada. Como la tensión superficial del agua es distinta a la

tensión superficial de la cutícula, la gota tiende a una esfera, disminuyendo el área de contacto, de allí que al agua se le agreguen sustancias que disminuyen su propia tensión superficial (como los “detergentes”) para aumentar de esta manera el mojado de la misma.

La superficie inferior de la hoja absorbe de 3 a 5 veces más que la superficie superior, pues allí la cutícula es más delgada, hay mayor cantidad de estomas y los vasos floemáticos están más cerca.

Temperatura

A medida que aumenta la temperatura, por ejemplo, entre los 20 y 26° C, la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción de la solución nutritiva aplicada. Después de los 28° C comienza a producirse un secado superficial, disminuyendo la penetración de la solución.

Humedad relativa

Al aumentar la humedad relativa ambiental se posibilita la mayor permanencia de las gotas de solución en la superficie foliar, aumentando las probabilidades de su absorción.

Edad de la hoja

Las hojas jóvenes tienen una mayor capacidad de absorción que las viejas.

Características químicas de la solución aplicada

A manera de ejemplo se puede citar que se difunden a nivel foliar en un mayor grado los fosfatos y citratos de potasio que los cloruros y nitratos de potasio.

Luz

Al existir una óptima fotosíntesis habrá una energía disponible para la absorción activa de los nutrientes.

En la nutrición foliar se pulveriza la solución nutritiva en la parte aérea de la planta tratando de hacerlo en mayor medida en la cara inferior de las hojas pues allí, es mayor el grado de absorción. Las aplicaciones se realizan de día, el momento vegetativo influye ya que la absorción es más eficiente en las hojas de mejor estado. En el caso de querer pulverizar sustancias lipofílicas (no polares) las aplicaciones se hacen preferentemente en las hojas más viejas porque éstas poseen más cera en su superficie favoreciendo este tipo de absorción.

Para la aplicación de nutrición foliar se debe además tener en cuenta los siguientes puntos:

La fertilización clásica, comparada con la foliar, presenta las siguientes características: a) una más rápida utilización de los nutrientes por parte de la planta; b) la durabilidad de la fertilización es menor, debiéndose aumentar las aplicaciones; c) las dosis empleadas son menores; d) no se presentan los problemas de suelo como en los sistemas clásicos, y e) existe una mayor probabilidad de originar excesos de nutrientes.

Las aplicaciones de nutrición foliar deben realizarse cuando hay una necesidad urgente.

Para su implementación se realiza un correcto diagnóstico de deficiencias para estimar las dosis a emplear.

Ventajas y desventajas de los fertilizantes foliares

Una de las desventajas es que por este medio se pueden enmendar las deficiencias del suelo, causadas por la acidez o la saturación de ciertos elementos que impiden la absorción de los nutrimentos (Productores de hortalizas, 1998).

Las aplicaciones foliares deben de realizarse en las primeras horas de la mañana o bien en el atardecer para evitar quemaduras al follaje y pérdidas por evaporación y conseguir una mayor absorción del nutrimento (Wittwer, 1965).

Los macroelementos necesarios para la planta pueden aplicarse foliarmente, aunque solo sea una parte de la necesidad total; no obstante resulta un aporte significativo (Aldrich y Leng, 1974).

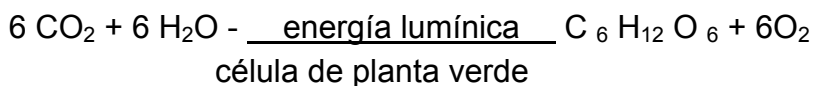
Una de las desventajas es que la aplicación debe de darse en dosis pequeñas y seccionadas o sea varias aplicaciones por ciclo.

Tiene un alto costo en la aplicación y la no posibilidad de aplicar cantidades elevadas de nutrimentos en cada aspersion, en el follaje de las plantas, además menciona que debe tenerse cuidado de que las aspersiones se hagan cuando hay bajas temperaturas y alta humedad relativa ambiental (Nuñez, 1984).

Fotosíntesis

La reacción química más importante en la naturaleza es la fotosíntesis. Esta reacción utiliza energía luminosa, en presencia de clorofila, para combinar el dióxido de carbono y el agua en azúcares simples. En este proceso, la energía solar es capturada en la ATF e inmediatamente este compuesto está disponible como fuente de energía para muchas otras reacciones dentro de la

planta. Por otro lado, los azúcares formados se usan como bloques para construir otras células estructurales y compuestos para almacenamiento.



Las células de las plantas pueden acumular nutrimentos en concentraciones mayores a las que están presentes en la solución del suelo que les rodea. Esta condición permite que las raíces extraigan nutrimentos de la solución del suelo donde se encuentran en concentraciones muy bajas.

El movimiento de nutrimentos dentro de la planta depende en mucho del transporte a través de las membranas de las células, proceso que requiere de energía para contrarrestar las fuerzas de osmosis. De nuevo aquí, la ATF y otros compuestos fosfatados proveen la energía necesaria para el proceso.

El hecho de que los aminoácidos estén constituidos por esqueletos carbonados y nitrógeno pone en evidencia la relación entre la fotosíntesis y el metabolismo del nitrógeno. Esta relación no sólo está dada por el requerimiento de esqueletos carbonados sintetizados por fotosíntesis para la incorporación del amonio, sino también debido a la dependencia de algunas reacciones del metabolismo del nitrógeno de ATP y NADPH, producido en la fotosíntesis. Por otra parte, en los tejidos no fotosintéticos, los requerimientos energéticos son obtenidos por la degradación de los azúcares transportados desde las hojas (Taiz y Zeiger, 1998).

AMINOÁCIDOS

Un aminoácido es, como su nombre lo indica, un compuesto que contiene a la vez un grupo Amino y un grupo Ácido. Desde el punto de vista biológico, los únicos aminoácidos importantes son los llamados alfa-aminoácidos de configuración L. Es decir, son aminoácidos en los que el grupo NH_2 está unido al carbono vecino al grupo carboxilo y además, desde el punto de vista de su actividad óptica, son levorotatorios.

Sólo 19 aminoácidos se encuentran habitualmente en hidrolizados de proteínas.

Los aminoácidos son los ladrillos con que se construyen las proteínas, y en las plantas tienen diversas funciones adicionales en la regulación del metabolismo y el transporte y almacenaje de nitrógeno.

Antecedentes de los aminoácidos

La existencia de los aminoácidos en el suelo se conoce desde el comienzo del siglo pasado, cuando Suzuki, (1906 – 1908) recogió la presencia de ácido aspártico, alanina, ácido aminovalérico, y prolina en una hidrólisis ácida de ácidos húmicos. En 1917, otros aminoácidos fueron aislados del suelo, como ácido glutámico, valina, leucina, isoleucina, tirosina, histidina, y arginina (Stevenson, 1994).

A finales de los años 70 surgió la alternativa en la agricultura de la fertilización directa de las plantas con aminoácidos libres. Este método evitaría la transformación química del nitrógeno nítrico y amónico dentro de la planta en aminoácidos y por tanto llevaría a esta a un importante ahorro energético que

le ayudaría tanto a superar situaciones de estrés como para fomentar su crecimiento y desarrollo.

También se sabe que los aminoácidos están íntimamente relacionados con los mecanismos de regulación del crecimiento y desarrollo vegetal. Algunas hormonas vegetales se encuentran unidas a aminoácidos o proceden de la transformación de estos, lo que indica el importante papel que puede tener la aplicación de aminoácidos libres como fertilizantes.

Trabajo reportado (Rodgers, 1993) que, ninguno de los valores de peso fresco y por ciento de materia seca fue afectado por las tres dosis de Nitrógeno. Además la concentración de NO_3^- en las plantas de ambos cultivares no fue afectada considerablemente por los tratamientos de urea y proteínate.

Una tendencia negativa fue observada para los aminoácidos hidrofílicos durante la etapa de crecimiento de la yema floral en manzano. Esto, sugiere que algunas de las proteínas sintetizadas nuevamente en la caída de las hojas deban tener niveles más altos de aminoácidos hidrofílicos en sus primeras etapas con una alta solubilidad y pocos aminoácidos hidrófobicos. La inactividad y la significancia biológica de esta proteína recién sintetizada durante la latencia no tuvieron estabilidad, ni es sabido si los procesos moleculares fundamentales puedan regular la expresión diferenciada del gene que determina los modelos de transformación de la proteína en los brotes. No es posible, a este punto, evaluar la significancia de estas variaciones transitorias estacionales en cualquier aminoácido ó grupo de ellos, no se entiende claramente si la serie de reguladores destaca en las reacciones bioquímicas en la latencia de las yemas florales. Otros estudios detallados son

necesarios para comprobar su función en brotes florales de manzano (Khanizadeh, 1994).

Descripción y clasificación de los aminoácidos

Se caracterizan por tener en su molécula un grupo amino ($-\text{NH}_2$) y un grupo ácido ($-\text{COOH}$) unidos a un mismo carbono, denominado carbono alfa. A este carbono se encuentran unidos también un átomo de hidrógeno y un radical que es el que diferencia a los distintos aminoácidos.

En función de la posición que ocupen en el espacio los 4 grupos unidos al carbono alfa se distinguen dos tipos de isómeros denominados dextrógiros (D) y levógiros (L). Los aminoácidos que forman las proteínas, denominados aminoácidos proteicos, y la mayoría de los que se encuentran en la naturaleza, son siempre de la forma L.

Además de los aminoácidos proteicos, que son 20, existen otros que se presentan en forma libre o combinada, pero nunca formando parte de las proteínas. A estos se les denomina aminoácidos no proteicos y se conocen más de 200.

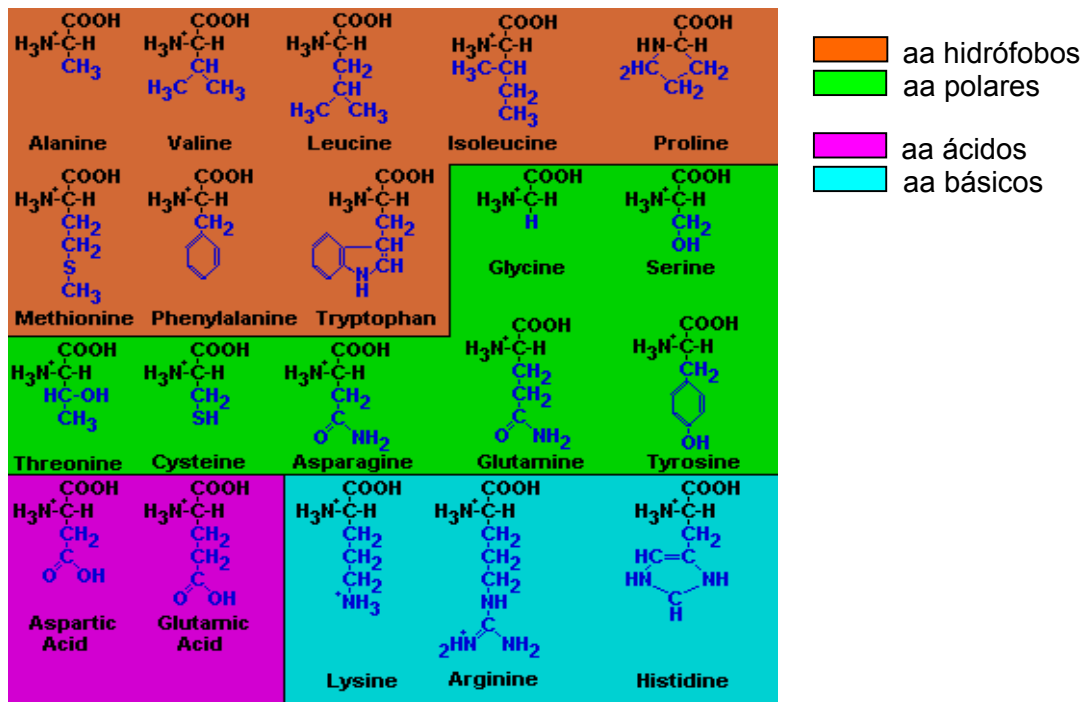


FIGURA 1. Aminoácidos esenciales en la síntesis de las proteínas.

Los péptidos y el enlace peptídico

Es un enlace covalente que se establece entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del siguiente, dando lugar al desprendimiento de una molécula de agua. Así pues, para formar péptidos los aminoácidos se van enlazando entre sí formando cadenas de longitud y secuencia variable. Para denominar a estas cadenas se utilizan prefijos convencionales como: Oligopéptidos, Dipéptidos, Tripéptidos y Tetrapéptidos, etc.

Péptidos: Es el enlace de dos cadenas a una centena de A.A. entre el número de A.A. aumenta, mas el volumen de la molécula aumenta, y la asimilación por la planta es difícil.

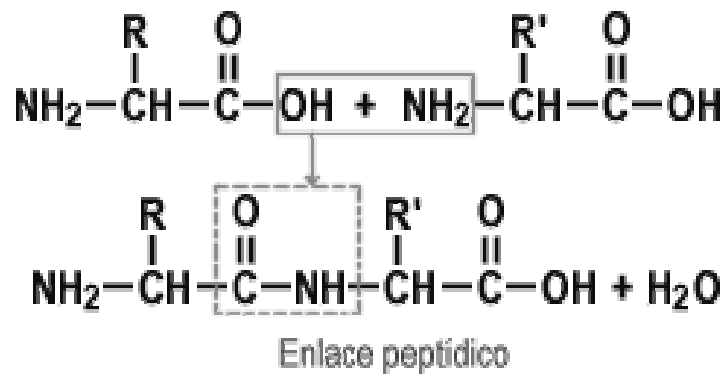


FIGURA 2. Unión del enlace peptídico en las cadenas de aminoácidos.

Proteínas: Enlace de varias cadenas de peptidos.

Aminoácidos libres: Son aislados.

Aminoácidos totales: A.A. libres + A.A. de los péptido + A.A. de las proteínas.

Fertilizantes a base de aminoácidos

Los productos a base de aminoácidos, que existen en el mercado se obtienen por uno de los tres procesos siguientes:

1. Hidrólisis de proteínas. Es el procedimiento más usual y económico, la hidrólisis puede ser de acuerdo a (Kvesitadze et al., 1996).

a). Hidrólisis ácida. Las proteínas son fraccionadas al hervirlas con ácido. En la actualidad se usa ácido clorhídrico, consiguiendo que la temperatura de hidrólisis sea inferior de 250 ° C.

b). Hidrólisis básica. Las proteínas son fraccionadas con bases.

c). Hidrólisis enzimática. Las proteínas son sometidas a la acción de ciertas enzimas. En la digestión sus moléculas se hidrolizan formando polipéptidos y aminoácidos.

2. Por síntesis. La composición de estos productos esta perfectamente definida, y en la obtención limitan el proceso que siguen los organismos vivos

para obtener los aminoácidos libres. Aunque tienen efectos reconocidos en el metabolismo y en algunos procesos fisiológicos de las plantas (Liñan, 2001), su elevado precio en ocasiones los hacen no viables.

3. Por biotecnología. Se utilizan las técnicas desarrolladas por la ingeniería genética; los productos que resultan tienen precios muy altos aunque son muy eficaces (Kvesitadze, 1992).

Usos de los aminoácidos en la agricultura

Existen diferentes tipos de bioestimulantes, unos químicamente bien definidos tales como los aminoácidos, polisacáridos, péptidos, etc. Otros más complejos en cuanto a su composición química, como pueden ser los extractos de algas, ácidos húmicos, etc, que al ser aplicados a las plantas, normalmente por vía foliar, pero también por vía radicular, son bien absorbidos por las mismas y utilizados de forma más o menos inmediata. Aún cuando son considerados fuente de N, no es este aspecto el que justifica su utilización sino el efecto activador que produce sobre el metabolismo del vegetal. Se aconseja en la mayoría de los casos, que sean aplicados junto con un abono mineral adecuado al cultivo y a su estado fenológico (Liñan, 2001).

Algunos formulados, además de micronutrientes, contienen cantidades respetables de nitrógeno, fósforo y potasio.

Los concentrados y soluciones de aminoácidos pueden contener como máximo 24 aminoácidos diferentes. De ellos 20 se consideran esenciales para el hombre porque no los puede sintetizar.

Aplicar el calificativo esencial a un aminoácido respecto de una planta no es correcto, salvo que se disponga de la información suficiente como para que

pueda demostrarse que un aminoácido concreto no es sintetizado por esa especie (Liñan, 2001).

Los productos comerciales que podemos encontrar en el mercado justifican el uso de este tipo de nutrientes biológicos, por sus efectos bioestimulantes, hormonales y reguladores del metabolismo.

Funciones en el suelo

Lucena (2000) propone los efectos de los aminoácidos sobre las propiedades químicas del suelo de manera semejante a las sustancias húmicas, aunque con una serie de diferencias significativas.

Los aminoácidos representan una fuente orgánica altamente nitrogenada, en contraposición a las sustancias húmicas de esqueleto principalmente carbonado. Por tanto, en su degradación microbiana los aminoácidos producirán N fácilmente asimilable mientras que las sustancias húmicas, si no están bien establecidas serán consumidoras de N (Kvesitadze et al., 1996).

Los aminoácidos al presentar grupos carboxílicos y amínicos libres tienen doble capacidad de reacción, como ácidos y como bases, actuando tanto sobre cationes como aniones. En suelos calizos se presentan fundamentalmente en forma aniónica (Kvesitadze et al., 1996). Las sustancias húmicas son sin embargo ácidos, actuando sólo sobre cationes.

Los aminoácidos forman complejos bien definidos, en los que el Fe, Cu, Mn serían los cationes que forman los complejos más estables. No olvidemos que los quelatos férricos sintéticos más estables son ácidos poliaminocarboxílicos, es decir, con estructura peptídica. Las sustancias

húmicas, debido a la presencia de fenoles complejan perfectamente al Fe y Zn (Casados, 2000).

Según Lucena (1997), las principales propiedades de las sustancias húmicas pueden ser también atribuidas a los aminoácidos:

Transportadores de metales.

Control de disponibilidad de nutrimentos y elementos tóxicos.

Elevada capacidad de intercambio catiónico.

Acidificantes o controladores del pH.

Favorecedores del desarrollo de micro y macroorganismos.

Un estudio sobre la interacción de aminoácidos en suelo, reveló que la capacidad de intercambio catiónico no varía de forma relevante en suelos calizos, mientras que la disponibilidad de nutrimentos aumenta, en particular la de Mn y Cu, aunque en presencia de microorganismos (Roik et al., 1996).

Se observa un efecto sinérgico con quelatos del tipo Fe-EDDHA y SIAPTON, por lo que su aplicación conjunta podría disminuir las pérdidas de Fe y quelato por retención en la superficie del suelo (Lei, 1991).

Funciones en la planta

Todas las especies vegetales necesitan sintetizar los aminoácidos necesarios para la formación de proteínas, a partir de glucosa y nitrógeno mineral. Para esta síntesis de aminoácidos y proteínas la planta efectúa un importante consumo energético. En la actualidad se suministra a la planta directamente los aminoácidos necesarios, con el fin de conseguir un ahorro energético, absteniéndose así una respuesta muy rápida.

Los compuestos de nitrógeno orgánico de bajo peso molecular, como los aminoácidos, tienen una gran importancia en la adaptación de plantas a sustratos salinos, puesto que protegen a las enzimas de la inactivación producida por altas concentraciones de NaCl y a las membranas contra la desestabilización por calor (Abdón et al., 1991).

Cuando las plantas se ven sometidas a estrés, dependiendo de la especie, van acumulando aminoácidos. La acumulación de aminoácidos es mayor cuando mayor es el tiempo al que las plantas se ven sometidas a estrés. Por ejemplo la prolina empieza a incrementar sus niveles hasta por encima del 1% en masa seca, cuando los potenciales de agua se hacen negativos. En situaciones de estrés salinos, los compuestos orgánicos, para evitar los efectos negativos de la acumulación de sales en la construcción de tejidos, mantienen el balance osmótico con la solución del suelo.

La prolina lleva a cabo este proceso, junto con otros aminoácidos y con otros compuestos como el glicerol y los ácidos orgánicos (Casado, 2000).

La síntesis de polipéptidos se inducen en presencia de metales pesados, debido que algunos contienen azufre, que es un elemento capaz de enlazarse a grandes cantidades de metales pesados, y pueden jugar un papel importante en la desintoxicación de metales pesados (Abdón et al., 1991).

Los aminoácidos son precursores de algunos compuestos hormonales en la planta. En la síntesis del ácido indol – 3 – acético (AIA), el triptófano juega un papel muy importante; las dos rutas que se proponen para la síntesis de AIA implican al indol – 3 – acetaldehído como compuesto intermedio que

proviene de la descarboxilación y desaminación del triptófano (Azcón – Bieto et al., 1993).

En la aplicación de diferentes concentraciones de triptófano a plantas de algodón, los resultados mostraron que las aplicaciones de triptófano al suelo se correlacionaban con elevados niveles de auxinas en plantas, los autores atribuyeron esta respuesta, a que el triptófano era convertido en auxinas por la microflora de la rizosfera que las aportaba directamente a la planta. Las aplicaciones foliares de triptófano no provocaron efectos tan significativos como las aplicaciones a la rizosfera que mejoraban el crecimiento de la raíz, la capacidad para captar nutrimentos, obteniendo niveles de NPK mayores y aumentando el crecimiento de la planta en general (Arslad, 1995).

Los aminoácidos que se aplican pueden contener oligopéptidos capaces de influir sobre los factores reguladores de ARN – polimerasa provocando un aumento de la velocidad de transcripción generando DNA, de la expresión genética (Roik et al., 1996).

Los aminoácidos y sus funciones en las plantas

Las combinaciones que pueden realizarse, permiten la formación de estructuras tridimensionales dotadas de funciones distintas (Inagrosa). Algunos Aminoácidos tienen funciones de actuación en los vegetales como:

Alalina: Fuente energética. Incrementa la síntesis de la clorofila. Potencia la fotosíntesis y mejora la producción de productos, cualitativa y cuantitativamente.

Arginina: Constituye una reserva de nitrógeno. Colabora en la síntesis de la clorofila. Rejuvenece las células. Estimula el desarrollo del sistema radicular.

Ácido Aspártico: Es fuente de nitrógeno para los vegetales. Interviene en los procesos metabólicos de las plantas. Favorece la yarovización y el poder germinativo de las semillas.

Fenilalanina: Influye en la formación de los compuestos humificados.

Glicina: Posee acción quelatante. Favorece la creación de brotes y hojas. Es un constituyente de la clorofila. Confiere resistencia a las plantas en situaciones de estrés.

Ácido Glutámico: Promueve el crecimiento de los vegetales. Favorece la asimilación del nitrógeno inorgánico. Estimula los procesos metabólicos en las hojas jóvenes. Confiere resistencia a las plantas en situaciones de estrés.

Leucina: Aumenta la síntesis de las proteínas. Incrementa la producción de frutos. Mejora la calidad de los mismos.

Lisina: Potencia la síntesis de la clorofila. Interviene en los procesos de resistencia de las plantas ante situaciones de estrés, salinidad, fitotoxicidad, etc.

Metionina: Favorece la maduración de los frutos al ser precursor del etileno. Incrementa la cantidad y la calidad de la producción. Favorece el crecimiento radicular.

Prolina: Regula el equilibrio hídrico de las plantas. Mantiene la fotosíntesis aún en condiciones extremas. Aumenta las condiciones de carbono

y nitrógeno en las plantas. Aumenta la germinación del polen en condiciones extremas. Facilita la cicatrización.

Serina: Interviene en mecanismos de resistencia de las plantas en condiciones extremas de heladas, sequías, etc.

Treonina: Influye en el ritmo de la humificación.

Valina: Aumenta la síntesis de las proteínas. Interviene en los mecanismos de resistencia de las plantas ante situaciones adversas.

Isoleucina: Incrementa el proceso de síntesis de las proteínas.

Todos éstos productos tienen una rápida absorción por los vegetales, tanto por vía *radicular*, como *foliar* y *cuticular*, llegando a ser detectada su presencia en un 90%, en las estructuras celulares, a las 7 horas de su aplicación.

El complejo estimulador, permite que las plantas obtengan un ahorro energético (ATP) en el metabolismo celular, al pasar directamente a la célula, y ésta reconocer los aminoácidos como propios, y obtener un óptimo crecimiento, al estimular los procesos de regeneración celular, aumentando la concentración de los jugos celulares, logrando la elasticidad de las membranas celulares, etc.

Los aminoácidos en la fertilización foliar

La aplicación de Aminoácidos y Oligopéptidos a las plantas, debido a la propiedad que tienen éstos de ser bipolares, hacen que las materias activas de otros productos (nutrimentos, fitosanitarios, etc.) al aplicarse conjuntamente, se transporten y potencien, lográndose una mejor asimilación por parte de las plantas de dichos agroquímicos, lo cual permite una reducción en las dosis en

el empleo de esos productos, sin alterar su eficacia, evitando la contaminación de suelos y plantas.

Las hojas son las encargadas de realizar el intercambio de CO_2 , O_2 y vapor de agua, a través de los estomas (situados en el envés de las hojas), cuya apertura y cierre está controlado por las células oclusivas.

El mecanismo que regula la apertura de los estomas, se inicia cuando se consume el CO_2 que existe en el interior, ésta disminución eleva el pH del citoplasma celular (haciéndolo mas alcalino), lo que estimula a la enzima responsable de la transformación del almidón en glucosa.

Al aumentar la concentración de glucosa en las células, se provoca un aumento de la presión osmótica originando la entrada de agua en el interior de las células oclusivas, esto logra que se hagan mas turgentes y abran los estomas, lo que permite el paso de los aminoácidos a través del ostiolo, el vestíbulo superior, el poro central, el vestíbulo inferior, hasta llegar a la cámara subestomática, desde donde posteriormente pasan al floema (lugar en donde se produce el transporte hasta los órganos de crecimiento y reserva).

Las respuestas obtenidas indican que las cadenas de aminoácidos de síntesis, atraviesan en un 96-98%, los pasos más estrechos de las células estomáticas (ostiolo, poro central y la apertura que une el vestíbulo posterior con la cámara subestomática), asegurando su asimilación directa. No ocurre de igual forma con los aminoácidos obtenidos por hidrólisis y fermentación bacteriana, que por tener las cadenas mas largas, su penetración es del 16-18%), motivo por el que se emplean a dosis más altas (INAGROSA).

Ventajas de la aplicación de fertilizantes con aminoácidos

La primera es que como componente de la molécula de aminoácido o péptido su penetración en el tejido celular de la hoja es más rápida que la de los cationes libres en agua, debido al efecto que tienen los aminoácidos de aumentar la permeabilidad de la cutícula (mayor cantidad de metal atravesando la cutícula al mismo tiempo). También hay evidencias que sugieren que su movimiento a través de la cutícula es más rápido que el del catión libre.

La segunda se refiere a la absorción celular. Un catión libre tiene que buscar un ligando para ser biológicamente activo una vez entra en el citoplasma, mientras que el quelato ya lo es desde el mismo momento en que atraviesa la membrana, provocándose así una más rápida respuesta de la planta.

Además de la más rápida maduración y mejor rendimiento de las cosechas debido a una más rápida respuesta de la planta a la aplicación de los quelatos de aminoácidos en momentos críticos del ciclo, se ha de mencionar la ventaja de la menor toxicidad.

Efecto bioestimulante

Los aminoácidos, metabolizados de forma rápida, originan sustancias biológicamente activas. Actúan vigorizando y estimulando la vegetación, por lo que resultan de gran interés en los periodos críticos de los cultivos, o en aquellos cultivos de producción altamente intensiva (invernaderos, cultivos hidropónicos, etc.).

Efecto hormonal

Estimulan la formación de clorofila, de ácido indolacético (IAA), la producción de vitaminas y la síntesis de numerosos sistemas enzimáticos. La acción combinada de los efectos bioestimulante y hormonal suele traducirse en estímulos sobre la floración, el cuajado de los frutos, adelanto en la maduración y mejora del tamaño, coloración, riqueza en azúcares y vitaminas.

Efecto regulador del metabolismo de los microelementos

Los aminoácidos pueden formar quelatos con diferentes microelementos (hierro, cobre, zinc y manganeso especialmente), favoreciendo su transporte y penetración en el interior de los tejidos vegetales.

La incompatibilidad biológica entre productos a base de aminoácidos y, por ejemplo, compuestos cúpricos es debida a que los aminoácidos forman uniones con el Cu, que de esta manera penetra en los tejidos vegetales y produce la conocida fitotoxicidad en cultivos como la viña o las plantas hortícolas.

Esta cualidad de moléculas vehicular al interior de los tejidos vegetales se aprovecha actualmente para mejorar la eficacia de diversos productos fitosanitarios sistémicos o penetrantes como herbicidas, fitorreguladores etc, permitiendo reducir incluso sus dosis de aplicación y siendo hoy día una característica muy importante de los aminoácidos.

Los productos comerciales que podemos encontrar en el mercado justifican el uso de este tipo de nutrimentos biológicos, por sus efectos bioestimulantes, hormonales y reguladores del metabolismo. Estos efectos se pueden resumir en los siguientes puntos.

Influencia en el equilibrio fisiológico de la planta

Los aminoácidos tienen una rápida asimilación por vía foliar y radicular. Representa una función de nutrición inmediata como consecuencia del aporte de sustancias proteínicas, azúcares y aminoácidos.

Actúan como catalizadores que regulan el crecimiento a través de mecanismos enzimáticos.

Regulan el contenido hídrico de la planta.

Incrementan la producción, mejorando la cantidad de azúcar, la uniformidad y por tanto la calidad.

Reducen los efectos producidos por cambios bruscos de temperatura, transplante, heladas, etc.

Ayudan en la recuperación de las plantas sometidas a condiciones de estrés producidos por fitosanitarios.

Se pueden aplicar en cualquier cultivo y en cualquier área climática.

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en un invernadero que se encuentra en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, en las coordenadas 25° 23' latitud Norte y 101° 00' longitud Este y con una altura media sobre el nivel del mar de 1743 metros.

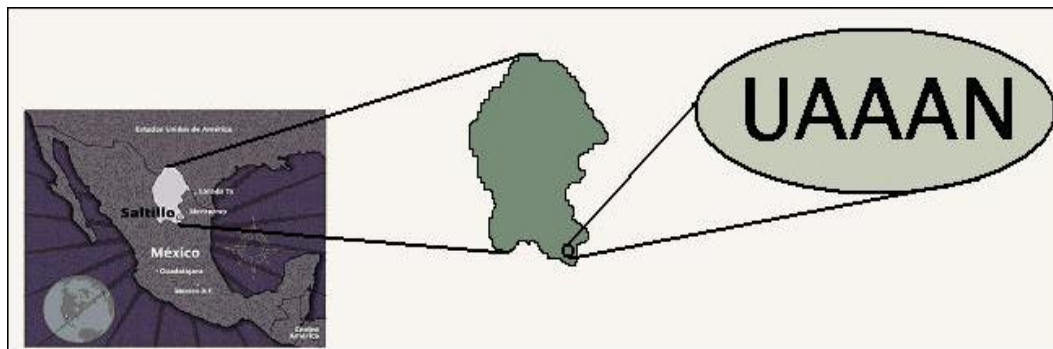


FIGURA 3. Mapa de localización del Sitio Experimental.

CARACTERÍSTICAS DEL INVERNADERO

El invernadero en el cual se realizó el presente trabajo de investigación consta de las siguientes características: es de tipo túnel; la cubierta que tiene es de lámina de canal mediano de acrílico laminado, plástico reforzado con fibra de vidrio de un espesor de 1 mm del tipo 112, luminosidad de un 80 a 85 %, cuando esta nueva. Actualmente permite el paso solamente del 50 % de la luz.

MATERIAL BIOLÓGICO

La especie vegetal que se eligió para realizar la investigación fue el chile pimienta morrón tipo Bell.

La variedad utilizada fue la California Wonder 300, que es una planta que se caracteriza por ser fuerte productora, tolerante al mosaico del tabaco,

su período vegetativo, de siembra a cosecha, es de 73 a 75 días, la forma del fruto es cuadrado con una carnosidad media y con 4 cascós.

CHAROLAS GERMINADORAS

Para la siembra y producción de plántulas se utilizaron 27 charolas de unícel de 200 receptáculos.

ESTERILIZACIÓN

Se realizó por medio de hipoclorito de sodio (NaClO) al 2 %, dejándose reposar por un lapso de 48 horas para posteriormente ser enjuagadas.

FERTILIZANTES FOLIARES

Cosmocel 20-30-10 A

Contiene 20 % de Nitrógeno (N), 30 % de fósforo (P_2O_5), 10 % de Potasio (K_2O) más Hierro (Fe) 0.98 grs/kg., Zinc (Zn) 1.44 grs/kg., Manganeso (Mn) 0.38 grs/kg y Cobre (Cu) 0.17 grs/kg. Quelatos de Azufre (S) 12.0 grs/kg., Calcio (Ca) 0.08 grs/kg., Boro (B) 0.6 grs/kg y Molibdeno (Mo) 0.6 grs/kg., extracto de origen orgánico 2 %.

Cosmocel 20-30-10 B

Cosmocel 20-30-10 C

Cosmocel 20-30-10 Comercial

Agro -K (Nozlan) + E.O

Agro -K B 95

Contiene:

Fósforo disponible como (P_2O_5) ----- 32 %

Potasio disponible como (K_2O) ----- 53 %

Extracto de origen orgánico ----- 02 %

Agro –K B 96

Agro –K B 97

Agro –K Comercial

Descripción de los tratamientos

La aplicación del fertilizante foliar se aplicó en forma manual, las primeras aplicaciones fueron en las charolas de unicel y posteriormente en las macetas, cada tratamiento, quedando de la manera siguiente:

T1 20-30-10 A (3% de aminoácidos)

T2 20-30-10 B (3% de aminoácidos)

T3 20-30-10 C (3% de aminoácidos)

T4 20-30-10 Comercial

T5 Agro-K (Nozlan)+E.O.

T6 Agro-K B95

T7 Agro-K B96

T8 Agro-K B97

T9 Agro-K Comercial

T10 Testigo.

Diseño experimental

El modelo estadístico utilizado fue Completamente al Azar. Siendo 10 tratamientos, cada tratamiento con tres repeticiones.

Modelo estadístico

El modelo estadístico a utilizado para este experimento es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, 3, \dots, 10$ Tratamientos.

$j = 1, 2, \dots, 3$ Repeticiones.

μ = Es la media.

τ_i = Es el efecto en el i -ésimo tratamiento.

ε_{ij} = Es el error en el i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición.

Establecimiento del experimento

Siembra

La siembra se realizó el día 8 de noviembre del 2001, en charolas de unisel de 200 cavidades. El sustrato que se utilizó fue peat moss y perlita a una proporción de 1:1. Posteriormente se llenaron las charolas con el sustrato poniendo 2 semillas por cavidad, la emergencia se dio a los 15 días después de la siembra. La primera aplicación foliar se llevo a cabo el día 14 de diciembre del 2001 y la dosis utilizada fue de 2.5 grs de producto en 500 ml de agua.

Llenado de macetas

El suelo que se utilizó para los diferentes tratamientos fue el suelo que se encuentra entre el invernadero de forestal y la biblioteca de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Estos suelos son alcalinos con contenidos elevados de calcio. El suelo se cribó para eliminar las partículas grandes (terrones) y facilitar el transplante. Las macetas son de 8" de diámetro y con un volumen de 2.5 kg. de suelo.

Fertilizaciones

Se realizaron vía foliar, utilizándose 1 atomizador para cada tratamiento, el cual se compuso con 3 repeticiones, empleándose una dosis de 2.5 grs de producto en 500 ml de agua, adicionándose el adherente INEX-A (20 ml) y Buffer (20 ml) en 10 litros de agua para regular el pH de la solución. Para evaluar las aplicaciones se realizaron 6 aplicaciones foliares con 6 evaluaciones. A continuación se presenta el cuadro con las fechas de las aplicaciones y evaluaciones.

CUADRO A. 4 Calendario de aplicaciones de fertilizantes foliares con aminoácidos y evaluaciones del cultivo.

Número	Aplicaciones	Evaluación
1	30 de Noviembre 2001	14 de Diciembre 2001
2	15 de Diciembre 2001	07 de Enero 2002
3	08 de Enero 2002	10 de Febrero 2002
4	11 de Febrero 2002	22 de Marzo 2002
5	23 de Marzo 2002	20 de Abril 2002
6	21 de Abril 2002	27 de Mayo 2002

Transplante

Se efectuó el 04 de Febrero del 2002, y se utilizaron 3 plantas por maceta, de manera que se eliminaron 2 plantas mediante aclareo, dejándose una por maceta para las posteriores aplicaciones.

Riegos

Se efectuaron manualmente. Aplicándose cada 2 días de manera que la planta tuviera la humedad necesaria para su desarrollo. Con los riegos se evito el estrés hídrico.

Control de malezas

Se llevo a cabo cada 30 días para evitar el anidamiento de posibles plagas dañinas para el cultivo, se efectuó a mano, arrancando las malas hierbas evitando así una competencia desleal por nutrientes y agua.

Control de plagas y enfermedades

En este apartado se presento la plaga de la mosquita blanca (*Hemisia tabaci*), la cual se controlo con la aplicación de Folimat con una dosis de 6 grs del producto diluido en 3 litros de agua. Se presento en el mes de Abril del 2002.

Respecto a las enfermedades se presento el micoplasma el 01 de Mayo del 2002 y se combatió con la aplicación de terramicina agrícola (Agrimicil 100 y 500) con una dosis de 1.5 grs de producto por litro de agua y a la siguiente semana se volvió a aplicar para erradicar a la enfermedad.

Parámetros de evaluación

Altura de plantas

Aquí se manejaron 5 plantas por tratamiento con sus tres repeticiones, siendo un total de 15 plantas evaluadas. Se midió con una regla de plástico de 30 cm en las primeras mediciones y posteriormente con una de 50 cm. Las medidas se hicieron de la base del tallo hasta el ápice de la hoja y el valor resultante fue dado en cm.

Diámetro del tallo

Se realizaron 5 mediciones del diámetro del tallo durante el experimento esto con la ayuda de un vernier y el resultado se dio en mm.

Longitud de raíz

Al contar con 15 plantas por tratamiento se realizó la medición con una regla de 30 cm y esta fue desde la punta de la raíz hasta el cuello o base de la planta, registrándose una longitud promedio en cm.

Peso fresco de follaje y raíz

Las plantas seleccionadas al azar de cada tratamiento se pesaron de una manera separada tanto el follaje como la raíz en estado fresco, teniendo 94 y 200 días después de la siembra para poder comparar con los demás tratamientos. Las primeras dos lecturas del peso fresco de la planta fueron en estado de plántula, es decir, a los 36 y 66 DDS, la unidad de medida fue gramos.

Peso seco del follaje y raíz

Para determinar el rendimiento de cada tratamiento con respecto a materia seca se colocaron las muestras a la estufa a una temperatura de 75 °C durante 24 horas. Separando el follaje y la raíz antes de meterlas a la estufa. Luego se sacaron y se pesaron en una báscula de precisión y la unidad de medida fue dada en gramos. La evaluación fue a los 36 DDS y se obtuvo mediante plántulas.

Número de hojas

Se efectuaron 5 lecturas en el transcurso del cultivo. Para esta variable se realizó el conteo de las hojas, no se tomaron en cuenta las hojas cotiledonareas solo las verdaderas. Se cuantificaron las hojas de las plantas seleccionadas por cada tratamiento.

Amarre de frutos

Antes de realizar esta evaluación se contabilizó el número de flores en porcentaje para cada tratamiento y posteriormente se hizo el conteo de frutos de cada tratamiento y así poder conocer el rendimiento del experimento.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos de la investigación.

CUADRO A.5 Altura de plantas durante el ciclo del cultivo (cm)

Tratamientos	36 DDS	94 DDS	134 DDS	163 DDS	200 DDS
1	2.60	6.30	9.20	19.93	55.20
2	2.46	6.73	9.00	19.80	57.20
3	2.74	8.43	10.96	20.60	52.20
4	2.62	8.18	9.53	19.00	48.20
5	2.68	7.28	9.26	17.26	44.20
6	2.99	5.85	6.86	15.40	41.00
7	2.56	6.35	7.10	15.00	36.79
8	2.77	6.21	6.63	14.66	30.80
9	2.74	5.85	7.13	15.40	30.60
10	2.37	4.23	3.10	8.86	27.60

DDS = Días Después de la Siembra.

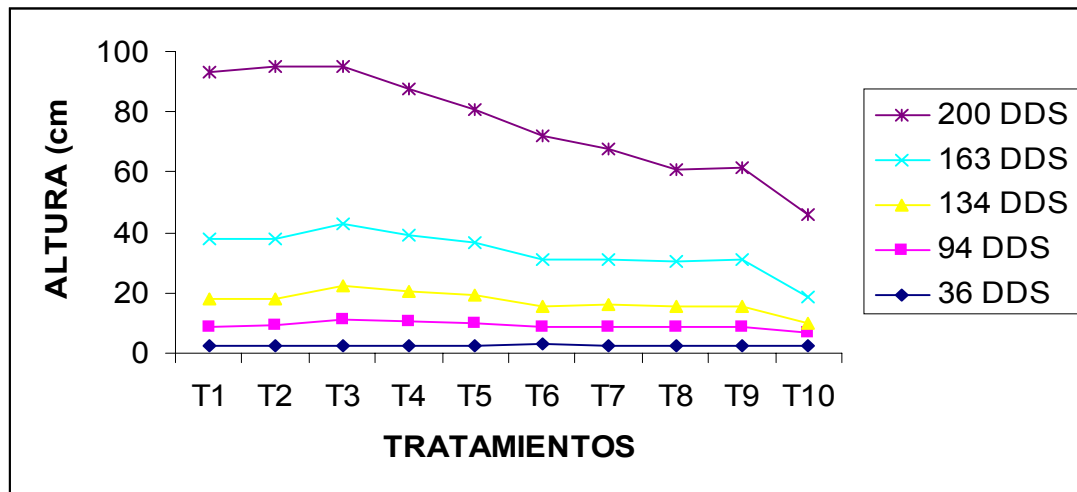


FIGURA 4. Representación de la altura promedio de plantas de chile pimienta morrón, var. Wonder en los diferentes tratamientos.

En la figura 4. Se muestra la altura de planta promedio de cinco muestreos realizados durante el ciclo del cultivo. Se midieron las plantas seleccionadas por tratamiento con sus respectivas repeticiones. Se puede observar que la mayor altura de planta fue altamente significativa en el último muestreo y el que respondió mejor fue el 20-30-10 B (T2), con una altura de 57.2 cm, superando al testigo que midió 27.6 cm.

En la aplicación de 20-30-10 A (T1), alcanzó una altura de 55.2 cm, le prosiguieron en importancia el 20-30-10 C (T3), con una altura de 52.2 cm y el 20-30-10 Comercial (T4) con un promedio de altura de 48.2 cm.

En las primeras tres lecturas de altura media de plantas se observan que los tratamientos (T1, T2, T3 y T4) tienen un comportamiento similar en cuanto a crecimiento, por lo tanto no es muy notable el efecto de la fertilización foliar.

Una razón de las primeras tres lecturas que abarcan de los 36 a los 134 DDS, es que la planta debido a su tamaño tiene requerimientos de nutrientes bajos, por consiguiente no se obtiene un crecimiento adecuado para el

transplante debido a las condiciones ambientales que prevalecieron durante el experimento, puesto que se realizó en invierno y la temperatura dentro del invernadero no fue muy favorable para el desarrollo del cultivo, aun nado que la cubierta del invernadero no permite el paso de luz suficiente para el proceso fotosintético adecuado al cultivo y este permite tan solo el 50 % de luz en su interior.

Los aminoácidos aún cuando son considerados fuentes de nitrógeno, no es este aspecto el que justifica su utilización, sino el efecto activador que produce sobre el metabolismo del vegetal según (Liñan, 2001).

CUADRO A.6 Diámetro del tallo durante el ciclo del cultivo (mm).

Tratamientos	36 DDS	94 DDS	134 DDS	163 DDS	200 DDS
1	0.55	1.91	2.21	2.93	57.6
2	0.53	2.05	2.2	3.21	67.59
3	0.53	2.28	2.45	3.3	54
4	0.57	2.13	2.34	3.14	49.2
5	0.52	2.01	2.26	2.83	48.39
6	0.45	1.69	1.9	2.32	42
7	0.54	1.67	1.94	2.32	41.6
8	0.45	1.7	2.02	2.68	42.6
9	0.52	1.6	1.84	2.39	44
10	0.45	1.21	1.3	1.88	41.6

DDS = Días Después de la Siembra.

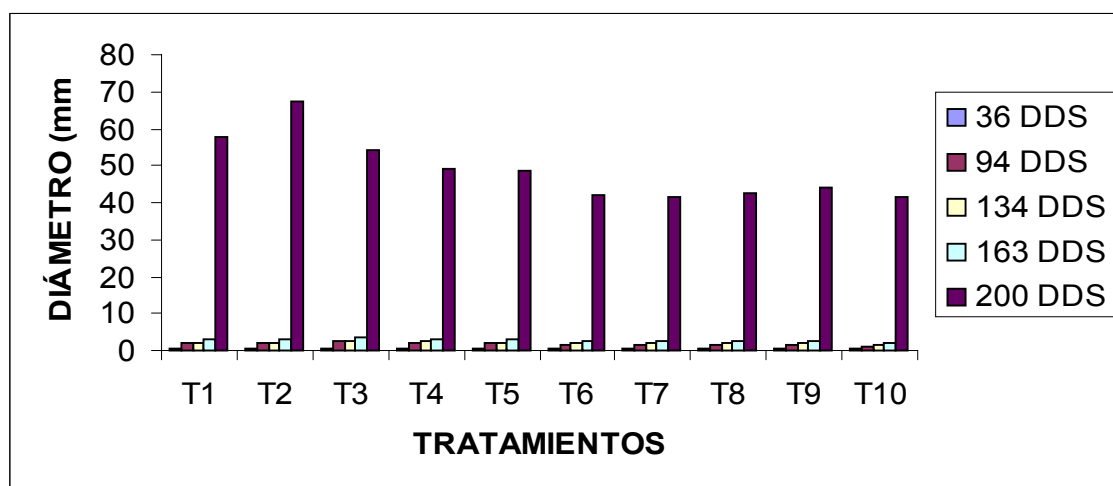


FIGURA 5. Representación promedio del diámetro del tallo de plantas de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, en los diferentes tratamientos en condiciones de invernadero.

El análisis de varianza muestran que este parámetro tiene una alta significancia en los tratamientos, pudiéndose observar el incremento del diámetro del tallo en la primeras cuatro lecturas (36 DDS a 163 DDS). Figura 2.

En la última lectura del diámetro del tallo a los 200 DDS, al aplicar 20-30-10 B se obtuvo 67.59 mm de diámetro (T2), superando a todos los demás tratamientos, así con la aplicación de 20-30-10 A y 20-30-10 C (T1 y T3) le siguieron en cuestión de diámetro con 57.6 y 54 mm respectivamente y al final se quedó el testigo con 41.6 mm.

CUADRO A.7 Número de hojas por planta, durante el ciclo del cultivo.

Tratamientos	36 DDS	94 DDS	134 DDS	163 DDS	200 DDS
1	2.66	6.16	11.2	15.8	66.79
2	2.33	6.1	11	17	75.79
3	2.5	6.56	11.46	16.8	67
4	2.66	6	10.46	15.2	58.39
5	2.53	4.66	10.33	13.8	49.2
6	2.06	4.23	9.2	13.46	50
7	2.13	3.7	9.46	12.66	45.6
8	2.23	4.43	9.73	14.06	34.39
9	2.33	4.76	9.13	12.86	39.39
10	2.26	4.9	5	8.86	32

DDS = Días Después de la Siembra.

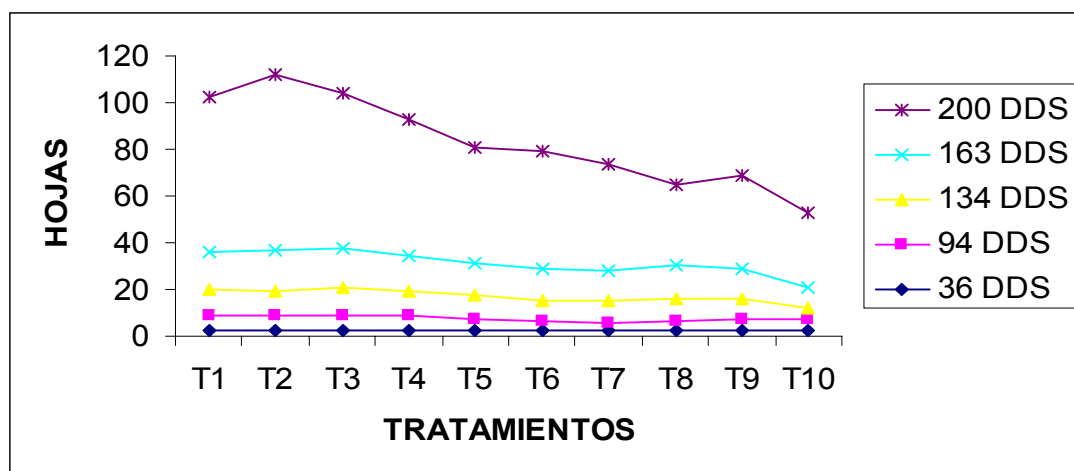


FIGURA 6. Representando las hojas promedio de las plantas de chile pimienta morrón var. California Wonder 300, en los diferentes tratamientos en condiciones de invernadero.

En la figura 6. Observamos que las lecturas de 36 a 163 DDS nos muestran pequeñas diferencias entre tratamientos y los que sobresalen con el mayor número de hojas son los tratamientos (T2, T3 y T1).

En la última lectura el promedio de hojas con el 20-30-10 B (T2) se consiguió un mejor efecto con 75.79 hojas. Los tratamientos en los que se aplicó el 20-30-10 C (T3), 20-30-10 A (T1) y el 20-30-10 Comercial (T4) teniendo algo de similitud con el número de hojas, registrándose 67, 66.79 y 58.39 hojas respectivamente y por último el testigo con 32 hojas.

El aspecto se debe probablemente a que al aportar productos foliares a la planta produce Glicina que es un constituyente de la clorofila y esto favorece la creación de brotes y hojas. El ácido Glutámico estimula los procesos metabólicos en las hojas jóvenes y la Alanina que aumenta la fotosíntesis,

lográndose una mayor área foliar. De manera que el potasio actúa en el metabolismo energético de la planta.

CUADRO A.8 Longitud de raíz durante el ciclo del cultivo (cm).

Tratamientos	36 DDS	94 DDS	200 DDS
1	3.35	6.71	25.4
2	4.26	6.9	19.8
3	3.94	6.12	22.6
4	3.54	6.5	24
5	3.45	5.8	19
6	3.01	6.4	18.8
7	3.92	6.64	18.8
8	3.46	5.8	19
9	3.33	5.6	22.8
10	3.07	5.3	20.4

DDS = Días Después de la Siembra.

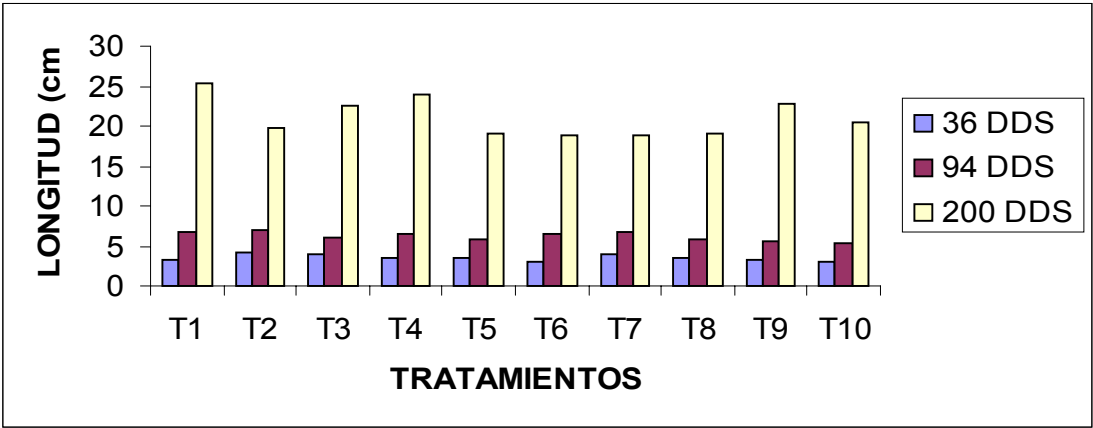


FIGURA 7. Gráfica que muestra el promedio de longitud de raíz de plantas de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, en los diferentes tratamientos.

En la gráfica 7 y cuadro A.8 Se observan el comportamiento de la longitud de raíz a lo largo del experimento, en la última medición a 200 DDS, en la aplicación del 20-30-10 A (T1), se registro una longitud promedio de 25.4 cm, siendo la mayor de los tratamientos.

Se pueden mencionar los productos 20-30-10 Comercial (T4), el agro-k Comercial (T9) y el 20-30-10 C (T3) con las longitudes de 24, 22.8 y 22.6 cm respectivamente y al final el testigo con 20.4 cm.

CUADRO A.9 Peso fresco de raíz (gr), durante todo el ciclo del cultivo.

Tratamientos	94 DDS	200 DDS
1	3.79	38.48
2	4.34	45.63
3	5.52	33.88
4	4.65	29.04
5	3.62	22.25
6	3.03	19.35
7	3.39	18.39
8	3.52	20.11
9	2.98	20.38
10	1.65	17.39

DDS = Días Después de la Siembra.

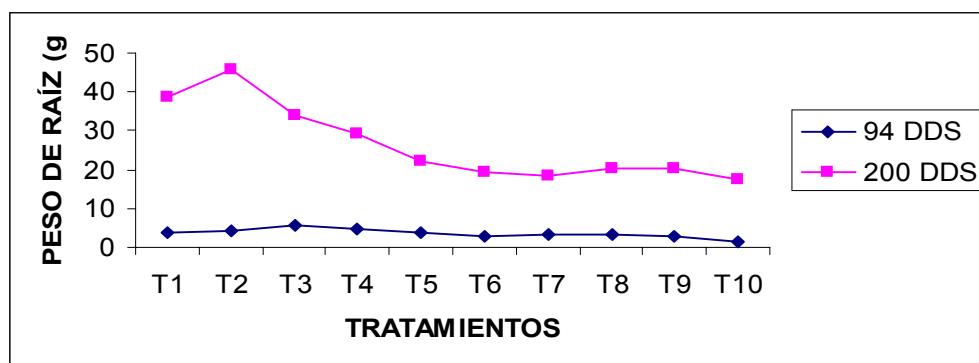


FIGURA 8. Representación gráfica del promedio del peso fresco de raíz de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, en los diferentes tratamientos en condiciones de invernadero.

En la figura 8. Se observa que los mejores tratamientos de peso fresco de raíz a los 94 DDS fueron los que contienen 20-30-10 C (T3) y el 20-30-10 Comercial (T4) con pesos promedios de 5.52 y 4.65 gr respectivamente, superando a los demás tratamientos.

En el último muestreo que fue a los 200 DDS los tratamientos que mostraron mejor respuesta fueron el 20-30-10 B (T2), el 20-30-10 A (T1), con pesos de 45.63 y 38.48 gr. respectivamente, siguiéndoles el 20-30-10 C (T3), el 20-30-10 Comercial (T4) y el agro-k (Nozlan) + E.O. (T5), con peso fresco de 33.8, 29.04 y 22.25 gr. respectivamente y al final el testigo con 17.39 gr.

El peso fresco de la raíz es influido por la cantidad de raíces primarias y secundarias, debido a los procesos que controlan la absorción de nutrimentos por el cultivo, donde se incluyen los mecanismos de absorción por las raíces y la dinámica de los nutrimentos en el suelo, así como las interacciones entre el crecimiento de las raíces con el comportamiento físico y químico del suelo.

CUADRO A.10 Peso seco de raíz (gr), durante el ciclo del cultivo.

Tratamientos	94 DDS	200 DDS
1	0.73	5.21
2	0.8	6.44
3	0.56	4.68
4	0.6	3.81
5	0.66	2.57
6	0.46	2.24
7	0.57	2.34
8	0.44	2.52
9	0.7	2.72
10	0.56	1.94

DDS = Días Después de la Siembra.

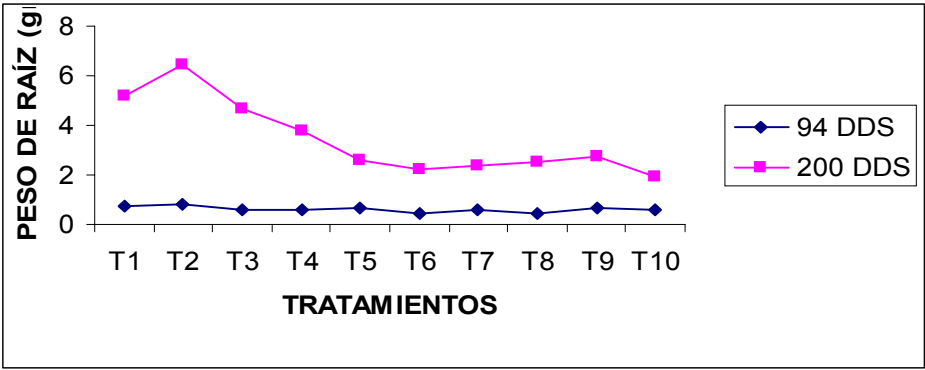


FIGURA 9. Gráfica con el promedio del peso seco de raíz de chile pimienta morrón var. California Wonder 300, en los diferentes tratamientos en condiciones de invernadero.

Analizando la figura 6. Donde se presenta el peso seco de raíz, existiendo una relación con el peso fresco de raíz, ya que los mejores

tratamientos son el 20-30-10 B (T2) y el 20-30-10 A (T1), con medias de 0.8 y 0.73 gr. registrados a los 94 DDS.

A los 200 DDS se observa una alta significancia en los tratamientos con la aplicación de productos como el 20-30-10 B (T2) y el 20-30-10 A (T1), con un peso de 6.44 y 5.21 gr. respectivamente. Le siguieron los productos con 20-30-10 C (T3), el 20-30-10 Comercial (T4), el agro-k (Nozlan) + E.O. (T5) y por último el testigo con peso seco de 4.68, 3.81, 2.57 y 1.94 respectivamente.

Los aminoácidos evitan la transformación química del nitrógeno nítrico y amónico dentro de la planta en aminoácidos y por lo tanto se da un importante ahorro energético que le ayuda a superar situaciones de estrés como fomentar el crecimiento y desarrollo de la planta (Inagrosa).

CUADRO A.11 Peso fresco de plantas durante el ciclo del cultivo (gr).

Tratamientos	36 DDS	60 DDS	94 DDS	200 DDS
1	0.18	0.76	21.24	336.88
2	0.2	0.97	21.45	443.28
3	0.23	1.27	27.35	315.51
4	0.22	1.09	24.79	224.59
5	0.2	0.82	16.63	183.8
6	0.17	0.82	13.32	187.17
7	0.16	0.92	13.56	154.34
8	0.16	0.89	12.82	124.88
9	0.16	1.11	14.52	145.44
10	0.18	0.77	10.52	69.55

DDS = Días Después de la Siembra.

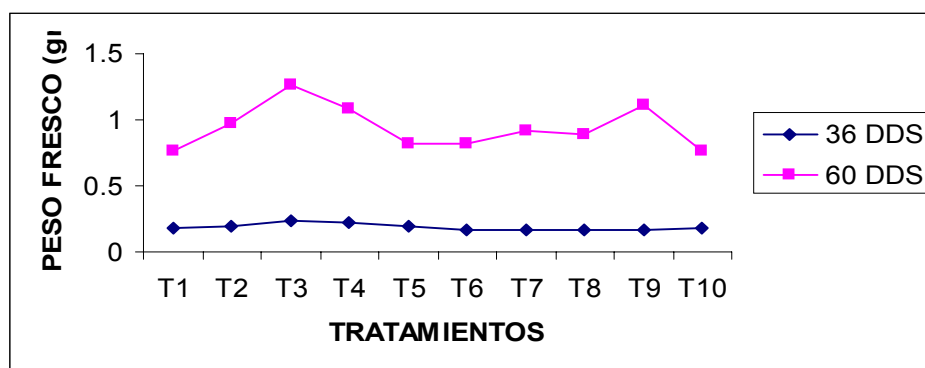


FIGURA 10. Representación gráfica del peso fresco de plantas de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, en los diferentes tratamientos en condiciones de invernadero.

El peso fresco se determinó pesando las plántulas con raíz y follaje a los 36 DDS, siendo los mejores productos el 20-30-10 C (T3) y el 20-30-10 Comercial (T4), con pesos de 0.23 y 0.22 gr. respectivamente. En esta evaluación el testigo no quedó en el último lugar. En la segunda lectura a los 60 DDS, el mejor fue el 20-30-10 C (T3), donde se obtuvo un peso fresco de planta de 1.27 gr.

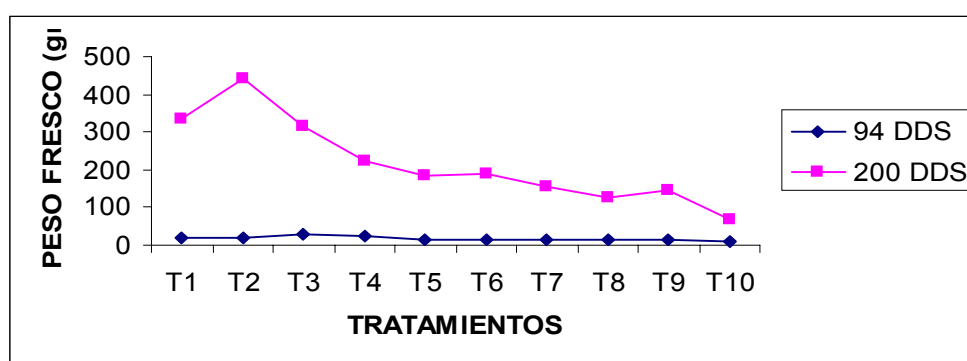


FIGURA 11. Representación promedio del peso fresco del follaje de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, en los diferentes tratamientos en condiciones de invernadero.

Para esta variable se peso solo el follaje de la planta (cuadro), separando la raíz a los 94 y 200 DDS se observa altamente significancia en los tratamientos, siendo el 20-30-10 B (T2), con un peso de 443.28 gr. el que mejor resultado dio. Siguiéndoles los productos de 20-30-10 A (T1), el 20-30-10 C (T3) y el 20-30-10 Comercial (T4), con pesos de 336.88, 315.51 y 224.59 gr. respectivamente. Por último tenemos al testigo con un peso de 69.55 gr. de follaje.

El peso fresco depende del área foliar de la planta, la cual es una medida de frondosidad mediante la cual se puede conocer la proporción de superficie expuesta a la luz en la cual podrá ocurrir la fotosíntesis. Por lo cual es uno de los parámetros más importantes en la evaluación del crecimiento de la plantas para la interpretación de los procesos del desarrollo de un cultivo.

CUADRO A.12 Peso seco de plantas durante el ciclo del cultivo (gr.).

Tratamientos	36 DDS	60 DDS	94 DDS	200 DDS
1	0.03	0.24	2.21	41.08
2	0.04	0.26	2.01	62.05
3	0.05	0.19	2.56	39.89
4	0.03	0.19	2.42	27.96
5	0.04	0.22	1.66	22.61
6	0.03	0.15	1.19	21.74
7	0.04	0.19	1.2	18.52
8	0.03	0.14	1.19	15.82
9	0.03	0.23	1.36	17.97
10	0.04	0.18	1.02	9.6

DDS = Días Después de la Siembra.

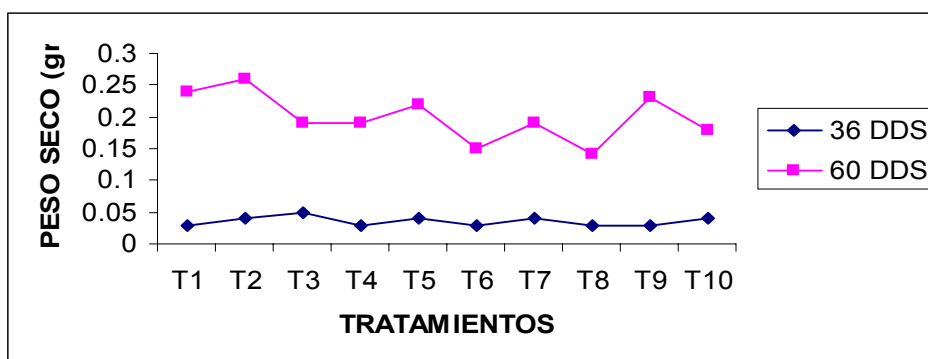


FIGURA 12. Representación promedio del peso seco de plantas de chile pimienta morrón var. California Wonder 300, en los diferentes tratamientos en condiciones de invernadero.

En la figura anterior se presenta el peso seco de planta, el cual se determinó sobre plántulas a los 36 y 60 DDS, en donde se vieron que los mejores tratamientos son los que contienen 20-30-10 B (T2) y el 20-30-10 A (T1) con 0.26 y 0.24 gr. luego le siguen el agro-k Comercial (T9), el agro-k (Nozlan) + E.O. (T5) y el 20-30-10 C (T3), registrando un peso de 0.23, 0.22 y 0.19 gr. respectivamente en la evaluación a los 60 DDS.

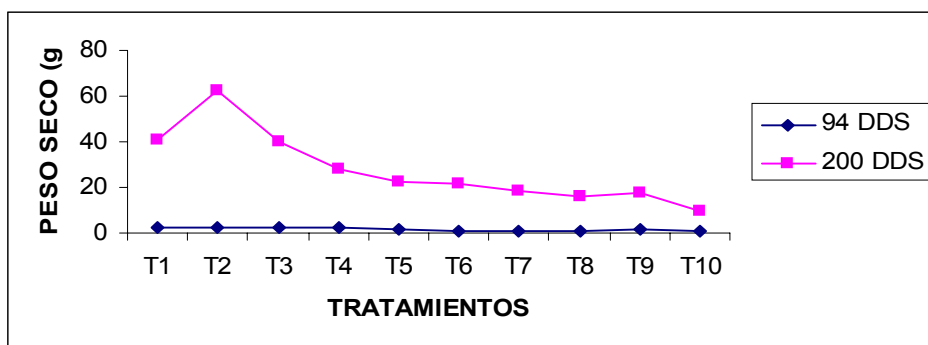


FIGURA 13. Representación promedio del peso seco de follaje de chile pimienta morrón var. California Wonder 300, en los diferentes tratamientos en condiciones de invernadero.

En el peso seco del follaje a los 94 y 200 DDS, se toman los datos de raíz por separado. Se observa que en la última lectura existe una alta significancia en los tratamientos. Los mejores fueron los que contienen 20-30-10 B (T2) y el 20-30-10 A (T1) los cuales se registraron con un peso de 62.05 y 41.08 gr. de peso seco. Siguiéndoles el 20-30-10 C (T3), el 20-30-10 Comercial (T4) y el agro-k (Nozlan) + E.O. (T5) con un peso de 39.89, 27.96 y 22.61 gr. respectivamente. En último lugar quedo el testigo con un peso de 9.6 gr. a los 200 DDS.

La materia seca es el resultado final del proceso fotosintético y de la respiración, en la cual parte de los carbohidratos producidos en este proceso son utilizados como material de construcción para la estructura de la planta.

La tasa de acumulación de la materia seca es limitada por la disponibilidad del carbono, agua, nitrógeno, etc., si algún factor es limitante, la expansión foliar y del tallo son inhibidos, pero las hojas nuevas continúan apareciendo a una tasa exclusivamente en función de la temperatura.

CUADRO A.13 Número de frutos en los diferentes tratamientos del cultivo de chile pimiento morrón var. California Wonder 300.

Tratamientos	200 DDS
1	7.2
2	10
3	6.8
4	4.2
5	2.4
6	4.6
7	3
8	4
9	4.4
10	2.8

DDS = Días Después de la Siembra.

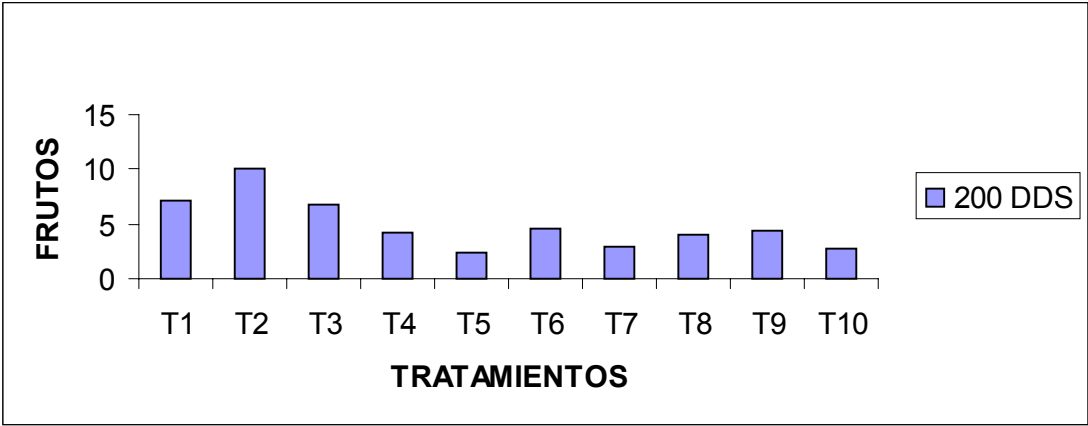


FIGURA 14. Representación promedio del número de frutos de plantas de chile pimiento morrón var. California Wonder 300 en los diferentes tratamientos en condiciones de invernadero.

En la figura 14. Se puede observar a los tratamientos con mayor número de frutos, siendo el 20-30-10 B (T2) y el 20-30-10 A (T1) con una cantidad de 10 y 7.2 frutos respectivamente. Con los productos 20-30-10 C (T3), agro-k B 95 (T6) y el agro-k Comercial (T9), registrando 6.8, 4.6 y 4.4 frutos por tratamiento y por último el testigo con 2.8 frutos.

El tamaño y número de frutos es un parámetro que influye tanto en el rendimiento como en la calidad, es sabido que el mercado prefiere frutos de cierto tamaño, forma, la planta al producir Alanina, Leucina y Metionina favorecen la maduración de los frutos al ser precursores del etileno y mejora la producción del producto cualitativa y cuantitativamente y el potasio influye positivamente en la formación y conservación de frutos alargando la vida en anaquel.

CUADRO A.14 Comparación de tratamientos de acuerdo a los parámetros evaluados en chile pimiento morrón var. California Wonder en condiciones de invernadero.

VARIABLES	TRATAMIENTOS									
Altura	T2	T1	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
D. Tallo	T2	T1	T3	T4	T5	T9	T8	T6	T7	T10
No. Hojas	T2	T3	T1	T4	T6	T5	T7	T9	T8	T10
L. Raíz	T1	T4	T9	T3	T10	T2	T5	T8	T6	T7
P.F.P	T2	T1	T3	T4	T6	T5	T7	T9	T8	T10
P.S.P	T2	T1	T3	T4	T5	T6	T7	T9	T8	T10
P.F.R	T2	T1	T3	T4	T5	T9	T8	T6	T7	T10
P.S.R	T2	T1	T3	T4	T9	T5	T8	T7	T6	T10
No. Frutos	T2	T1	T3	T6	T9	T4	T8	T7	T10	T5

Determinación del mejor tratamiento considerando mejores respuestas
en la mayor cantidad de variables quedando de la siguiente manera:

$T_2 > T_1 > T_3 > T_4 > T_5 > T_6 > T_8 > T_9 > T_7 > T_{10}$

CONCLUSIONES

En base al objetivo se determina que:

1. En el crecimiento y producción de la planta de chile, fue clara la influencia por parte de los fertilizantes foliares con aminoácidos, siendo los mejores el Cosmocel 20-30-10 B (T2), el Cosmocel 20-30-10 A (T1) y el Cosmocel 20-30-10 C (T3), superando a los demás tratamientos.
2. El tratamiento que dio mejor respuesta en la mayoría de los parámetros evaluados con una dosis de 7.5 gr. de fertilizante fue el Cosmocel 20-30-10 B (T2).

Se aprueba la hipótesis:

Los fertilizantes foliares mejorados con aminoácidos inducen un mejor crecimiento y producción.

- ♦ En las aplicaciones foliares se observó que el efecto de los productos aplicados se refleja claramente en la etapa vegetativa y de fructificación.
- ♦ La aplicación de fertilizantes foliares con aminoácidos es viable para incorporar los nutrimentos necesarios para el buen desarrollo de la planta.
- ♦ Es conveniente seguir esta línea de investigación para corroborar los resultados obtenidos en el presente trabajo y comparar la fertilización tradicional con la enriquecida con aminoácidos.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Abdón, J., Díaz L. Vicente, P. 1991. Estudios de los aminoácidos en el tabaco de Cuba. Instituto del suelo. La Habana. Instituto de Investigaciones del Tabaco, San Antonio de Baños (La Habana).

Arshad, M. 1995. Effect of soil applied L-Tryptophan on Growth and Chemical Composition of Cotton. J. Plant. Nutr. Pp. 317-329.

Azcon-Bieto, J., Talon, M. 1993. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Editorial Interamericano Mc Graw-Hill. Cap. XII: 290-291.

Bolaños, H. 1998. Introducción a la olericultura. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica.

Bould, C., Hewitt, E. J., and Needham, P. 1984. Diagnosis of Mineral Disorders in Plants. Vol. 1, Principles. Chemical Publishing, New York.

Casado, C. 2000. Efecto de la aplicación conjunta de aminoácidos y quelatos férricos a plántulas de girasol (Helianthus agnus). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Madrid.

Edmon, J.B., T.L Senn y F.S. Andrews. 1984. Principios de Horticultura. CIA. Editorial Continental, S.A. México, D.F.

Espinosa Ramos, Samuel. 2003. Aplicación de fertilizantes mejorados con aminoácidos en plantas de pimiento morrón (Capsicum annuum), var. California Wonder 300, en condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura UAAAN.

F. Núñez; R. Gill Ortega; J. Costa. 1996. El cultivo de mientos, chiles y ajies. Ediciones Mundi-Prensa.

Fageria, V. D. 2001. Nutrient Interactions in Crop Plants. Journal of plant nutrition, 24 (8): 1269-1290.

García De M. E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación de Koppen. 2° Edición. México. UNAM. P13-51.

García, F.J. 1980. Fertilización Agrícola. 2° Edición. Editorial AEDOS. México, D.F.

Huber, S.C. 1985. Role of Potassium in Photosynthesis and Respiration. Pages 369-391 in: Potassium in Agricultura. R.D. Munson, Ed. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI.

Inagrosa, 2000. <http://www.inagrosa.es/biotec.pdf>

Khanizadeh, S. 1994. Seasonal Variation of Hydrophilic, and Charged Amino Acids in Developing Apple Flower Buds. Journal of Plant Nutrition 17 (11), 2025-2030.

Kvesitaze, G. 1992. La influencia de preparados de aminoácidos sobre la actividad endógena transcripcional de núcleos y cloroplastos de las hojas de algunas leguminosas. Instituto de Bioquímica de las plantas de la Academia de las Ciencias de la República de Georgia.

Kvesitaze, G. Y. Sadunishvili, T. 1996. Effects and Mechanism of Action of Aminoacid Preparations on Ammonia Assimilation and Cell Protein Synthesizing Apparatus in Legumes. Institute of Plant Biochemistry. Georgian Academy of Sciences.

Lei, S., Shizhang, Y. 1991. Effect of Aminoacid on Rice. Institute of Plant Protection. Jilin Academy of Agricultural Sciences. China.

Liñan, L.M. 2001. Incidencia de sustancias húmicas comerciales sobre microorganismos del suelo. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.

Lucena, J.J. 1997. Micronutrientes. Quelatos. Pp. 99-121. La Fertirrigación Cultivos Hortícolas y Ornamentales. C. Cadahia. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.

Mascareño, C.F. 1987. Problemas nutricionales del tomate en el Valle de Culiacán. INIFAP, campo experimental, Valle de Culiacán, Sinaloa, XXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Juárez, Chihuahua, México.

Mendoza, H. J.M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata a la UAAAN. Pp. 1-5.

Mengel, K. 1985. Potassium Movement Within Plants and its Importance in Assimilate Transport. Pages 397-409 in: Potassium in Agriculture. R.D.Mumson, Ed. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI.

Pérez, G.M., Marquez, Sp. Y Peña, L.A. 1997. Mejoramiento genético de hortalizas. 1º Edición. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Pozo, O.; Montes, S.; Redondo, E. 1991. Chile (Capsicum spp). en: <<Ortega, R.; Palomino, G.; Castillo, F.; González, V.; Linera, M.(Eds.). Avances en el estudio de los recursos filogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Citogenética, A.C. Chapingo>>: 217-238.

Ramírez, R. 1991. El uso eficiente de los fertilizantes y el incremento de la productividad agrícola en Venezuela. Informaciones agronómicas No. 4. Quito, Ecuador.

Rodgers, Claudio o. 1993. The effect of Amino Acids and Amides on the Regulation of Nitrate up take by Wheat Seedlings. Journal of Plant Nutrition. 16 (2), 337-348.

Rodríguez, Suppo, Florencio. 1999. Fertilizantes Nutrición Vegetal. AGT. Editor, S.A. 4° Reimpresión.

Roik, M., Gliz Bullin, N. y Gontarenko, S.1996. Elaboración de los elementos de tecnología intensiva de los reguladores del crecimiento de las plantas en el cultivo de la remolacha azucarera.

Steveson, F.J. 1994. Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions. J. Wiley and Sons, New York, NY.

Suzuki, S. 1906-1908. Bull. Coll. Agr. Tokio. 7 (95): 419-513.

Taiz, L. y Zelger, E. 1998. Plant Physiology. Redwood City. The Benjamín/Cumming Publish Company.

Tisdale, S.L., Nelson, W.L., and Beaton, J.D. 1985. Soil: Fertility and Fertilizers. 4th Ed. Mac Millan, New York.

Valadez, L.A.1994. Producción de Hortalizas. 1° Edición. Editorial Limusa. México, D.F.

Yahia, E.M. E Higuera C. 1992. Fisiología y Tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas. 1° Edición, Editorial Limusa.

PRIMERA EVALUACIÓN

ALTURA DE PLANTA

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	2.58	2.5	2.74	2.6066
T2	2.26	2.66	2.48	2.4666
T3	2.86	2.74	2.62	2.7400
T4	2.98	2.4	2.5	2.6266
T5	2.56	2.58	2.92	2.6866
T6	2.9	2.64	3.44	2.9933
T7	2.64	2.46	2.6	2.5666
T8	3	2.82	2.5	2.7733
T9	2.38	3.62	2.22	2.7400
T10	2.42	2.28	2.42	2.3733

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	0.808914	0.089879	0.8643	0.571
ERROR	20	2.079727			
TOTAL	29	2.888641			

C.V.= 12.14 %

En esta variable no se pudo realizar la prueba de DMS porque no hay diferencia entre los tratamientos.

DIÁMETRO DEL TALLO

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	0.58	0.55	0.54	0.5566
T2	0.53	0.55	0.53	0.5366
T3	0.51	0.53	0.55	0.5300
T4	0.55	0.56	0.6	0.5700
T5	0.56	0.49	0.53	0.5266
T6	0.45	0.45	0.45	0.4500
T7	0.54	0.55	0.55	0.5466
T8	0.44	0.43	0.48	0.4500
T9	0.56	0.58	0.42	0.5200
T10	0.44	0.48	0.45	0.4566

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	0.055405	0.006156	5.2764	0.001
ERROR	20	0.023335	0.001167		
TOTAL	29	0.078740			

C.V.= 6.64 %

Para realizar la prueba de DMS al 0.01%, se tomaron la media de cada uno de los tratamientos.

CUADRO A.1 Medias del diámetro del tallo dadas en (mm) observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
T4	0.5700	A
T1	0.5567	A
T7	0.5467	A
T2	0.5367	A
T3	0.5300	AB
T5	0.5267	ABC
T9	0.5200	ABC
T10	0.4567	BC
T8	0.4500	C
T6	0.4500	C

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01
DMS 0.0582 0.0793

LONGITUD DE RAÍZ

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	3.1	2.92	4.04	3.3533
T2	4.24	4.46	4.08	4.2600
T3	3.52	4.18	4.14	3.9466
T4	3.12	3.32	4.2	3.5466
T5	2.22	3.86	4.28	3.4533
T6	2.94	3.28	2.82	3.0133
T7	3.68	3.78	4.32	3.9266
T8	3.34	3.08	3.96	3.4600
T9	3.88	2.42	3.7	3.3333
T10	3.98	2.58	2.66	3.0733

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	4.259552	0.473284	1.2854	0.303
Error	20	7.363739	0.368187		
Total	29	11.623291			

C.V.= 17.16 %

NÚMERO DE HOJAS

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	2.2	3	2.8	2.6666
T2	2.8	2	2.2	2.3333
T3	2.5	2.6	2.4	2.5000
T4	2.8	2.6	2.6	2.6666
T5	3	2	2.6	2.5333
T6	2.2	2	2	2.0666
T7	2.4	2	2	2.1333
T8	2.5	2	2.2	2.2333
T9	2.4	2.6	2	2.3333
T10	2.6	2.2	2	2.2666

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	1.198669	0.133185	1.4169	0.246
Error	20	1.879990	0.093999		
Total	29	3.078659			

C.V.= 12.92 %

No se puede realizar el análisis de DMS porque no se encuentra alguna diferencia en la media de cada tratamiento.

PESO FRESCO DEL FOLLAJE

TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
	II	III	MEDIA
T1	0.20	0.20	0.18
T2	0.19	0.17	0.20
T3	0.28	0.22	0.23
T4	0.21	0.21	0.22
T5	0.23	0.15	0.22
T6	0.20	0.14	0.17
T7	0.18	0.16	0.16
T8	0.17	0.14	0.16
T9	0.18	0.18	0.16
T10	0.18	0.22	0.14
			0.18

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	0.017950	0.001994	1.7444	0.144
Error	20	0.022867	0.001143		
Total	29	0.040817			

C.V.= 17.95 %

No se puede realizar el análisis de DMS porque no se encuentra alguna diferencia en la media de cada tratamiento.

PESO SECO DEL FOLLAJE

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	0.03	0.03	0.04	0.03
T2	0.06	0.04	0.04	0.04
T3	0.04	0.06	0.05	0.05
T4	0.04	0.03	0.04	0.03
T5	0.04	0.04	0.05	0.04
T6	0.04	0.03	0.04	0.03
T7	0.04	0.04	0.04	0.04
T8	0.03	0.03	0.04	0.03
T9	0.04	0.04	0.02	0.03
T10	0.05	0.04	0.04	0.04

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	0.000963	0.000107	1.8889	0.113
Error	20	0.001133	0.000057		
Total	29	0.002097			

C.V.= 18.98 %

No se puede realizar el análisis de DMS porque no se encuentra alguna diferencia en la media de cada tratamiento.

SEGUNDA EVALUACIÓN

ALTURA DE PLANTA

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	6.35	7.1	5.45	6.3000
T2	6.75	7.3	6.15	6.7333
T3	8.65	8.9	7.75	8.4333
T4	8.65	8.4	7.5	8.1833
T5	8.65	7.25	5.95	7.2833
T6	5.8	6.65	5.1	5.8500
T7	6.3	5.95	6.8	6.3500
T8	5.7	7.3	5.65	6.2166
T9	6.25	6.15	5.15	5.8500
T10	4.35	4.4	3.95	4.2333

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	40.038696	4.448744	7.8529	0.000
ERROR	20	11.330200	0.566510		
TOTAL	29				

C.V.= 11.50 %

CUADRO A.2 Comparación de medias de altura dadas en (cm) observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300,

con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
3	8.4333	A
4	8.1833	A
5	7.2833	AB
2	6.7333	AB
7	6.3500	B
1	6.3000	B
8	6.2167	B
6	5.8500	BC
9	5.8500	BC
10	4.2333	C

Significancia 0.01

N.S	0.05	0.01
DMS	1.2820	1.7484

DIÁMETRO DEL TALLO

REPETICIONES

TRATAMIENTOS	I	II	III	MEDIA
T1	1.72	2.1	1.96	1.913333
T2	2.16	2	2	2.053333
T3	2.17	2.43	2.25	2.283334
T4	2.26	2.17	1.98	2.136667
T5	2.15	1.98	1.91	2.013333
T6	1.8	1.76	1.53	1.696667
T7	1.53	1.61	1.87	1.670000
T8	1.64	1.96	1.52	1.706667
T9	1.7	1.85	1.25	1.600000
T10	1.26	1.2	1.18	1.213333

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	2.645241	0.293916	9.7365	0.000
ERROR	20	0.603737	0.030187		
TOTAL	29	3.248978			

C.V.= 9.50 %

CUADRO A.3 Comparación de medias del grosor de tallo dado en (mm), observadas en los diferentes tratamientos de chile pimienta morrón var.

California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
3	2.2833	A
4	2.1367	A
2	2.0533	AB
5	2.0133	AB
1	1.9133	ABC
8	1.7067	BC
6	1.6967	BC
7	1.6700	BC
9	1.6000	CD
10	1.2133	D

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 0.2959 0.4036

LONGITUD DE RAÍZ

REPETICIONES

TRATAMIENTOS	I	II	III	MEDIA
T1	6.7	6.4	7.05	6.716667
T2	6.7	6.675	7.35	6.908333
T3	6.7	5.475	6.2	6.125000
T4	6.65	6.475	6.4	6.508333
T5	5.25	6.25	5.975	5.825000
T6	6.4	6.475	6.325	6.400000
T7	7.2	6.6	6.125	6.641666
T8	5.575	6.05	5.8	5.808333
T9	5.3	5.15	6.375	5.608334
T10	5.25	5.5	5.175	5.308333

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	7.623901	0.847100	4.867100	0.002
ERROR	20	3.485596	0.174280		
TOTAL	29	11.109497			

C.V.= 6.75 %

CUADRO A.4 Comparación de medias de longitud de raíz dada en (cm), observadas en los diferentes tratamientos de chile pimienta morrón var.

California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
2	6.9083	A
1	6.7167	AB
7	6.6417	AB
4	6.5083	ABC
6	6.4000	ABC
3	6.1250	ABCD
5	5.8250	BCD
8	5.8083	BCD
9	5.6083	CD
10	5.3083	D

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 0.7110 0.9698

NÚMERO DE HOJAS

REPETICIONES

TRATAMIENTOS	I	II	III	MEDIA
T1	6.4	6.5	5.6	
T2	6.2	6.4	5.7	
T3	5.9	7.1	6.7	
T4	6.8	5.3	5.9	
T5	5.2	4.3	4.5	
T6	4.4	4.1	4.2	
T7	3.2	3.9	4	
T8	3.8	5.3	4.2	
T9	4	5.4	4.9	
T10	4.5	5.3	5	

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	25.646973	2.849664	9.4254	0.000
ERROR	20	6.046753	0.302338		
TOTAL	29	31.693726			

C.V.= 10.66 %

CUADRO A.5 Comparación de medias del número de hojas, observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300,

con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
3	6.5667	A
1	6.1667	AB
2	6.1000	AB
4	6.0000	ABC
10	4.9333	BCD
9	4.7667	CD
5	4.6667	D
8	4.4333	D
6	4.2333	D
7	3.7000	D

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 0.9365 1.2773

PESO FRESCO DEL FOLLAJE

REPETICIONES

TRATAMIENTOS	I	II	III	MEDIA
T1	0.50	0.84	0.94	0.76
T2	1.27	1.0	0.64	0.97
T3	1.13	1.80	0.90	1.28
T4	1.08	1.14	1.05	1.09
T5	0.80	0.67	1.01	0.82
T6	1.01	0.70	0.76	0.82
T7	0.85	0.92	1.0	0.92
T8	1.08	0.80	0.79	0.89
T9	1.23	1.24	0.88	1.11
T10	0.83	0.76	0.72	0.77

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	0.774811	0.086090	1.6941	0.156
Error	20	1.016335	0.050817		
Total	29	1.791145			

C.V.= 23.86 %

No se puede realizar el análisis de DMS porque no se encuentra alguna diferencia en la media de cada tratamiento.

PESO SECO DEL FOLLAJE

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	0.16	0.27	0.30	0.24
T2	0.35	0.27	0.17	0.26
T3	0.17	0.27	0.14	0.19
T4	0.19	0.21	0.19	0.19
T5	0.21	0.18	0.27	0.22
T6	0.19	0.13	0.14	0.15
T7	0.17	0.19	0.21	0.19
T8	0.18	0.13	0.13	0.14
T9	0.25	0.26	0.18	0.23
T10	0.20	0.18	0.17	0.18

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	0.037814	0.004202	1.6919	0.157
Error	20	0.049666	0.002483		
Total	29	0.087480			

C.V.= 24.67 %

No se puede realizar el análisis de DMS porque no se encuentra alguna diferencia en la media de cada tratamiento.

TERCERA EVALUACIÓN

ALTURA DE PLANTA

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	9.7	9.9	8	9.200000
T2	8.8	9	9.2	9.000000
T3	10.7	10.8	11.4	10.966667
T4	9.3	10.3	9	9.533334
T5	10.6	10.4	6.8	9.266666
T6	6.7	6.6	7.3	6.866666
T7	6.5	7.3	7.5	7.100000
T8	7.3	6.5	6.1	6.633333
T9	6.3	7.4	7.7	7.133334
T10	3.1	2.9	3.3	3.100000

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	131.327515	14.591946	18.9749	0.000
ERROR	20	15.380249	0.769012		
TOTAL	29	146.707764			
C.V.= 11.13 %					

CUADRO A.6 Comparación de medias de altura en (cm), observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
3	10.9667	A
4	9.5333	A
5	9.2667	A
1	9.2000	A
2	9.0000	AB
9	7.1333	BC
7	7.1000	BC
6	6.8667	C
8	6.6333	C
10	3.1000	D

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 1.4936 2.0371

DIÁMETRO DEL TALLO

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	2.3	2.3	2.04	2.213333
T2	2.1	2.14	2.38	2.206667
T3	2.1	2.68	2.58	2.453333
T4	2.26	2.4	2.36	2.340000
T5	2.46	2.44	1.88	2.260000
T6	1.84	1.88	1.98	1.900000
T7	1.88	1.94	2	1.940000
T8	2.08	2.06	1.92	2.020000
T9	1.74	1.82	1.96	1.840000
T10	1.42	1.22	1.3	1.306667

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	2.922592	0.324732	11.1158	0.000
ERROR	20	0.584274	0.029214		
TOTAL	29	3.506866			
C.V.= 8.35 %					

CUADRO A.7 Comparación de medias del diámetro de tallo en (mm), observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
3	2.4533	A
4	2.3400	AB
5	2.2600	ABC
1	2.2133	ABCD
2	2.2067	ABCD
8	2.0200	BCD
7	1.9400	CD
6	1.9000	CD
9	1.8400	D
10	1.3067	E

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 0.2911 0.3970

NÚMERO DE HOJAS

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	11.8	11.6	10.2	11.200001
T2	11.4	10.8	10.8	11.000000
T3	10.8	12.2	11.4	11.466667
T4	10.4	11.4	9.6	10.466666
T5	11.2	11.2	8.6	10.333333
T6	8.4	8.6	10.6	9.200000
T7	8.2	10	10.2	9.466667
T8	11	9.2	9	9.733334
T9	8.6	9.6	9.2	9.133334
T10	4.8	4.2	6	5.000000

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	92.299561	10.255507	10.8644	0.000
ERROR	20	18.579150	0.943958		
TOTAL	29	111.178711			
C.V.= 10.02 %					

CUADRO A.8 Comparación de medias del número de hojas, observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
3	11.4667	A
1	11.2000	AB
2	11.0000	AB
4	10.4667	AB
5	10.3333	AB
8	9.7333	AB
7	9.4667	AB
6	9.2000	B
9	9.1333	B
10	5.0000	C

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 1.6548 2.2569

PESO FRESCO DEL FOLLAJE

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	21.12	24.95	17.65	21.24
T2	19.61	25.22	19.52	21.45
T3	27.08	35.27	19.70	27.35
T4	24.35	27.52	22.5	24.79
T5	24.48	14.58	10.86	16.63
T6	12.54	15.02	12.42	13.32
T7	14.38	9.72	16.58	13.56
T8	9.99	19.14	9.36	12.82
T9	15.89	15.11	12.58	14.52
T10	11.35	10.94	9.27	10.52

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	877.962891	97.551430	5.1546	0.001
Error	20	378.505859	18.925293		
Total	29	1256.468750			
C.V.= 24.69 %					

CUADRO A. Comparación de medias del peso fresco del follaje, observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
3	27.35	A
4	24.79	AB
2	21.45	ABC
1	21.24	ABC
5	16.64	BCD
9	14.52	CD
7	13.56	CD
6	13.32	CD
8	12.83	CD
10	10.52	D

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 7.4095 10.1055

PESO SECO DEL FOLLAJE

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	2.23	2.71	1.71	2.21
T2	1.70	2.41	1.94	2.01
T3	2.47	3.34	1.87	2.56
T4	2.40	2.75	2.12	2.42
T5	2.57	1.38	1.04	1.66
T6	1.12	1.36	1.10	1.19
T7	1.20	0.81	1.60	1.20
T8	0.83	1.82	0.93	1.19
T9	1.42	1.59	1.07	1.36
T10	1.17	0.91	0.99	1.02

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	8.888420	0.987602	4.4209	0.003
Error	20	4.467926	0.223396		
Total	29	13.356346			
C.V.= 28.04 %					

CUADRO A. Comparación de medias del peso seco del follaje, observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
3	2.5600	A
4	2.4233	AB
1	2.2167	ABC
2	2.0167	ABCD
5	1.6633	ABCD
9	1.3600	BCD
7	1.2033	CD
8	1.1933	CD
6	1.1933	CD
10	1.0233	D

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 0.8050 1.0979

PESO FRESCO DE RAÍZ

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	3.30	3.60	4.48	3.79
T2	4.64	4.45	3.94	4.34
T3	5.58	6.22	4.76	5.52
T4	4.50	4.80	4.65	4.65
T5	4.58	3.60	2.68	3.62
T6	2.57	3.60	2.94	3.03
T7	3.68	2.65	3.85	3.39
T8	2.77	5.10	2.69	3.52
T9	3.09	3.46	2.40	2.98
T10	1.79	1.56	1.61	1.65

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	29.867981	3.318665	6.8654	0.000
Error	20	9.667786	0.483389		
Total	29	39.535767			
C.V.= 19.05 %					

CUADRO A. Comparación de medias del peso fresco de la raíz, observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
3	5.5200	A
4	4.6500	AB
2	4.3433	ABC
1	4.7933	BC
5	3.6200	BC
8	3.5200	BC
7	3.3933	BC
6	3.0367	BCD
9	2.9833	CD
10	1.6367	D

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 1.1842 1.6150

PESO SECO DE RAÍZ

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	0.27	0.31	0.32	0.30
T2	0.32	0.28	0.20	0.26
T3	0.34	0.42	0.31	0.35
T4	0.38	0.36	0.36	0.36
T5	0.41	0.28	0.25	0.31
T6	0.16	0.29	0.15	0.20
T7	0.14	0.14	0.26	0.18
T8	0.11	0.38	0.22	0.23
T9	0.20	0.23	0.15	0.19
T10	0.09	0.09	0.11	0.09

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	0.198203	0.022023	4.7737	0.002
Error	20	0.092267	0.004613		
Total	29	0.290470			
C.V.= 27.06 %					

CUADRO A. Comparación de medias del peso seco de la raíz, observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
4	0.3667	A
3	0.3567	AB
5	0.3133	ABC
1	0.3000	ABC
2	0.2667	ABC
8	0.2367	ABCD
6	0.2000	BCD
9	0.1933	CD
7	0.1800	CD
10	0.0967	D

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 0.1157 0.1578

CUARTA EVALUACIÓN

ALTURA DE PLANTA

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	21.6	20.8	17.4	19.933334
T2	20.6	19.2	19.6	19.800001
T3	19.6	20.8	21.4	20.600000
T4	17.8	19.6	19.6	19.000000
T5	19.2	18	14.6	17.266668
T6	14.6	16	15.6	15.400001
T7	14.4	14	16.6	15.000000
T8	15.4	15.2	13.4	14.666667
T9	14.6	16.6	15	15.400001
T10	11.4	7.4	7.8	8.866666

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	337.612305	37.512478	16.4724	0.000
ERROR	20	45.545898	2.277295		
TOTAL	29	383.158203			

C.V.= 9.09 %

CUADRO A.9 Comparación de medias de altura en (cm), observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
3	20.6000	A
1	19.9333	A
2	19.8000	A
4	19.0000	A
5	17.2667	AB
6	15.4000	B
9	15.4000	B
7	15.0000	B
8	14.6667	B
10	8.8667	C

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 2.5703 3.5055

DIÁMETRO DEL TALLO

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	3.16	3.32	2.312	2.930667
T2	3.4	3.1	3.14	3.213333
T3	2.96	3.66	3.28	3.300000
T4	3.14	3.2	3.08	3.140000
T5	2.92	3.14	2.44	2.833333
T6	2.14	2.24	2.6	2.326667
T7	2.2	2.28	2.5	2.326667
T8	2.84	2.68	2.52	2.680000
T9	2.28	2.4	2.5	2.393333
T10	1.76	1.92	1.96	1.880000

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	5.800934	0.644548	9.1279	0.000
ERROR	20	1.412262	0.070613		
TOTAL	29	7.213196			
C.V.= 9.83 %					

CUADRO A.10 Comparación de medias del diámetro de tallo dadas en (mm), observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
3	3.3000	A
2	3.2133	AB
4	3.1400	AB
1	2.9307	ABC
5	2.8333	ABC
8	2.6800	BC
9	2.3933	CD
6	2.3267	CD
7	2.3267	CD
10	1.8800	D

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 0.4526 0.6173

NÚMERO DE HOJAS

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	17.8	16	13.6	15.8
T2	17.8	16.2	17	17
T3	14.8	18.4	17.2	16.8
T4	14.4	17	14.2	15.2
T5	16	13	12.4	13.8
T6	13.2	13.2	14	13.46
T7	10.8	12.6	14.6	12.66
T8	15.2	14.6	12.4	14.06
T9	11.6	14.6	12.4	12.86
T10	8.8	8.6	9.2	8.86

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	153.701172	17.077908	7.3909	0.000
ERROR	20	46.213379	2.310669		
TOTAL	29	199.914551			
C.V.= 10.82 %					

CUADRO A.11 Comparación de medias del número de hojas, observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
2	17.0000	A
	16.8000	AB
1	15.8000	ABC
4	15.2000	ABC
8	14.0667	ABC
5	13.8000	ABC
6	13.4667	BC
9	12.8667	C
7	12.6667	C
10	8.8667	D

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 2.5890 3.5311

QUINTA EVALUACIÓN

ALTURA DE PLANTA

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	55.5	54.5	55.6	55.200001
T2	55	61	55.6	57.200001
T3	53.5	51	52.1	52.200001
T4	51	48.5	45.1	48.200001
T5	44	47.5	41.1	44.200001
T6	44.5	39	39.5	41.000000
T7	40.5	35	34.9	36.799999
T8	31	31.5	29.9	30.800001
T9	31	31	29.8	30.600000
T10	28.5	25.5	28.8	27.600000

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	3125.863281	347.318146	62.1338	0.000
ERROR	20	111.796875	5.589844		
TOTAL	29	3237.660156			

C.V.= 5.58 %

CUADRO A.11 Comparación de medias de altura en (cm), observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
2	57.2000	A
1	55.2000	A
3	52.2000	AB
4	48.2000	BC
5	44.2000	CD
6	41.0000	DE
7	36.8000	E
8	30.8000	F
9	30.6000	F
10	27.6000	F

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 4.0269 5.4921

DIÁMETRO DEL TALLO

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	57.5	61.5	53.8	57.600002
T2	66.5	70	66.3	67.599998
T3	62.5	40	59.5	54.000000
T4	51.5	45	51.1	49.200001
T5	46	52.5	46.7	48.399998
T6	45	40	41	42.000000
T7	41.5	42.5	40.8	41.600002
T8	42.5	40	45.3	42.600002
T9	41.5	45	45.5	44.000000
T10	39	45.5	40.3	41.600002

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	2008.812500	223.201385	9.8871	0.000
ERROR	20	451.500000	22.575001		
TOTAL	29	2460.312500			
C.V.= 9.72 %					

CUADRO A.12 Comparación de medias del diámetro de tallo en (mm), observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
2	67.6000	A
1	57.6000	AB
3	54.0000	BC
4	49.2000	BCD
5	48.4000	BCD
9	44.0000	CD
8	42.6000	D
6	42.0000	D
7	41.6000	D
10	41.6000	D

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 8.0925 11.0370

LONGITUD DE RAÍZ

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	29.5	21.5	25.2	25.400000
T2	18.5	18.5	22.4	19.800001
T3	25	20.5	22.3	22.600000
T4	25	24	23	24.000000
T5	18	19	20	19.000000
T6	17	19	20.4	18.800001
T7	16.5	18	21.9	18.800001
T8	20	19	18	19.000000
T9	21.5	24	22.9	22.800001
T10	18	23	20.2	20.400000

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	160.814453	17.868273	3.7405	0.007
ERROR	20	95.539063	4.776953		
TOTAL	29	256.353516			
C.V.= 10.38 %					

CUADRO A.13 Comparación de medias de longitud de raíz en (cm), observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
1	25.4000	A
4	24.0000	AB
9	22.8000	ABC
3	22.6000	ABC
10	20.4000	ABC
2	19.8000	BC
5	19.0000	BC
8	19.0000	BC
7	18.8000	C
6	18.8000	C

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 3.7226 5.0771

NÚMERO DE HOJAS

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	66.5	78	55.9	66.799995
T2	69.5	90	67.9	75.799995
T3	75	52.5	73.5	67.000000
T4	66	50	59.2	58.399998
T5	45	53	49.6	49.200001
T6	51.5	53.5	45	50.000000
T7	46.5	45	45.3	45.600002
T8	36.5	32	34.7	34.399998
T9	33.5	45	39.7	39.399998
T10	26	39.5	30.5	32.000000

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	5912.695313	657.521729	10.6260	0.000
ERROR	20	1237.570313	61.878517		
TOTAL	29	7155.265625			
C.V.= 15.17 %					

CUADRO A.14 Comparación de medias del número de hojas, observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
2	75.8000	A
3	67.0000	AB
1	66.8000	AB
4	58.4000	ABC
6	50.0000	BCD
5	49.2000	BCD
7	45.6000	CD
9	39.4000	D
8	34.4000	D
10	32.0000	D

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 13.3980 18.2729

NÚMERO DE FRUTOS

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	I	II	III	MEDIA
T1	8.5	5.5	7.6	7.200000
T2	10	12	8	10.000000
T3	4.5	7	8.9	6.800000
T4	6	2.5	4.1	4.200000
T5	1.5	3.5	2.2	2.400000
T6	3.5	5.5	4.8	4.600000
T7	1.5	3.5	4	3.000000
T8	3.5	5	3.5	4.000000
T9	3	5.5	4.7	4.400000
T10	1.5	4	2.9	2.800000

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	152.412048	16.934671	7.6732	0.000
ERROR	20	44.140015	2.207001		
TOTAL	29	196.552063			
C.V.= 30.07 %					

CUADRO A.15 Comparación de medias del número de frutos, observadas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamiento	Media	
2	10.0000	A
1	7.2000	AB
3	6.8000	AB
6	4.6000	BC
9	4.4000	BC
4	4.2000	BC
8	4.0000	BC
7	3.0000	C
10	2.8000	C
5	2.4000	C

Significancia 0.01

N.S 0.05 0.01

DMS 2.5303 3.4509

CUADRO A. Medias obtenidas en los diferentes tratamientos de chile pimiento morrón var. California Wonder 300, con aplicaciones de fertilizantes foliares enriquecidos con aminoácidos en condiciones de invernadero.

Tratamientos	Altura de P.	Ø Tallo	L. Raíz	No. Hojas	No. Frutos	PF Planta	PS Planta	PF Raíz	PS Raíz
T1	55.20	57.60	25.40	66.79	7.2	336.88	41.08	38.48	5.21
T2	57.20	67.59	19.80	75.79	10	443.28	62.05	45.63	6.44
T3	52.20	54.00	22.60	67.00	6.8	315.51	39.89	33.88	4.68
T4	48.20	49.20	24.00	58.39	4.2	224.59	27.96	29.04	3.81
T5	44.20	48.39	19.00	49.20	2.4	183.8	22.61	22.25	2.57
T6	41.00	42.00	18.80	50.00	4.6	187.17	21.74	19.35	2.24
T7	36.79	41.60	18.80	45.60	3	154.34	18.52	18.39	2.34
T8	30.80	42.60	19.00	34.39	4	124.88	15.82	20.11	2.52
T9	30.60	44.00	22.80	39.39	4.4	145.44	17.97	20.38	2.72
T10	27.60	41.60	20.40	32.00	2.8	69.55	9.60	17.39	1.94

Nota: Altura de planta (cm.), Diámetro del Tallo (mm.), Longitud de Raíz (cm.), PF Planta (gr.), PS Planta (gr.), PF Raíz (gr.), PS Raíz (gr.).