

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE INGENIERÍA



**Aplicación de Miyamino Pentatoato en el Crecimiento de
Tres Cultivares de Chile Pimiento Morrón (*Capsicum
annuum L.*) en Invernadero**

Presentada Por:

RONAY NARCIA CASTILLEJOS

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Buenvista, Saltillo, Coahuila

Marzo de 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Aplicación de Miyamino Pentatoato en el crecimiento de tres cultivares de chile pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) Vrds. Capistrano, Jupiter y california Wonder 300, en invernadero.

TESIS DE LICENCIATURA

Presentada Por:

RONAY NARCIA CASTILLEJOS

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobado Por:

Dr. Rubén López Cervantes
Asesor Principal

Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza
Asesor

Dr. José de J. Rodríguez Sahagún
Sinodal

Dr. Raúl Rodríguez García
Coordinador de División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Marzo de 2007

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pagina
DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
INDICE DE CUADROS.....	III
INDICE DE FIGURAS.....	IV
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Origen e Historia.....	3
Clasificación Taxonómica.....	3
Descripción Botánica del Pimiento.....	4
Etapas Fenológicas y Desarrollo del Chile Pimiento.....	5
Requerimientos Edafo-climáticos.....	6
Importancia Económica del Cultivo.....	9
Técnicas de Producción.....	13
Plagas.....	17
Enfermedades.....	18
Control de Plagas y Enfermedades.....	18
Índice de Cosecha.....	19
Los Aminoácidos.....	20
Uso de los Aminoácidos en la Agricultura.....	21
Funciones de los aminoácidos en la planta.....	21
Los Aminoácidos en la Fertilización Foliar.....	23
Fertilizantes Basados en Aminoácidos.....	24
Ventajas de Aplicación de Fertilizantes con Aminoácidos.....	25
Efecto Hormonal.....	26
Efecto Regulador del Metabolismo de los Microelementos.....	26

Fertilización Foliar.....	27
Ventajas de la Fertilización Foliar.....	28
Limitaciones de la Fertilización Foliar.....	28
III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
Localización del sitio experimental.....	29
Metodología.....	29
Beneficios de la aplicación de Miyamino Pentatoato.....	31
Variables a evaluar.....	32
Criterios de calidad de los productos hortícolas.....	32
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	34
Altura de Planta.....	34
Peso Fresco Tallo.....	34
Peso Seco Tallo.....	35
Peso Fresco Hoja.....	36
Peso Seco Hoja.....	36
Peso Fresco Raíz.....	37
Peso Seco Raíz.....	38
Área Foliar.....	38
Diámetro de fruto.....	39
Firmeza.....	41
Color del Fruto.....	42
V.- CONCLUSIÓN.....	46
VI.- LITERATURA CITADA.....	47

DEDICATORIAS

Con amor y respeto a mi madre Dolores Castillejos Tamayo, quien con sus sabios consejos y enseñanzas me enseñó a ser una persona recta y honesta durante el proceso de mi formación, dándome su apoyo incondicional en el momento cuando más lo necesite; a si también a mi padre Leonel Narcia Nafate, por sus palabras, ánimos y apoyos durante mi formación. Estoy seguro que están orgullosos de todos sus hijos por todo y cada uno de sus logros. Con mucho amor les dedico este trabajo como muestra del fruto del esfuerzo de dos grandes padres y amigos.

Con mucho cariño para todos mis hermanos: María Angélica, Consuelo de Jesús, Cruz Leonel; todos grandes hermanos y amigos, quienes estuvieron presentes en todo momento, durante mi formación y quienes estarán conmigo de aquí en adelante, gracias por brindarme todo el apoyo en los momentos cuando mas los requería.

A toda mi familia: abuelos, cuñados, tíos, primos, por sus apoyos, ánimos, gracias.

Con respetos al Dr. Rubén López Cervantes, quien con mucho empeño me brindó su apoyo durante la elaboración de este trabajo. Y a todos mis compañeros de generación, y de toda la Universidad, con quienes compartí muchos momentos que nunca los olvidare.

Con cariño para todos mis mejores amigos: Oliverio, Leonel, Edilberto, Ismael, Martín, Sergio, Fermín, Ismael, Maria Elena, Rubén, Jacob, Azucena, Mariela, Alex, Octavio, Javier, Hugo Rebelí, Martín , Javier, Ildefonso, Adelaida, Gerardo, Maria del Rosario, Jorge Antonio, Norma, Elena del Carmen, Sonia; con quienes compartí momentos agradables y difíciles, gracias.

AGRADECIMIENTOS

Gracias DIOS, por permitirme dar un paso más en mi proceso de estudio y no dejarme solo en mi lucha para lograr mis anhelos, el sendero no fue fácil, pero contigo bastó con empeñarse a las tareas difíciles, porque la sabiduría y fuerza nunca me la negaste. Ahora te pido que me des buen pensamiento y me ayudes a enseñar lo mucho o poco que aprendí, a los que lo necesiten. Gracias por haberme dado una familia que me heredaron el tesoro más grande que es el estudio y que ahora podré compartir los mejores momentos que habrá de venir.

Gracias Señor.

A mi "ALMA TERRA MATER" por cobijarme y por transmitirme tantos conocimientos y sabiduría para una tarea tan noble, que es la "agricultura".

Al Departamento de Fitomejoramiento por haberme permitido llevar a cabo este trabajo como parte de mi formación.

A MIYAMONTE MEX, SA DE C.V por haberme dado todo el apoyo y material necesario para llevar a cabo mi trabajo.

Al Dr. Rubén López Cervantes por darme todo el apoyo antes, durante y después de haber llevado a cabo esta investigación, por sus consejos y conocimientos brindados y asesoramiento cuando más lo necesitaba.

Al Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza por haber participado en el asesoramiento de mi tesis y enseñanza que me dió durante el proceso, así como agradecer los buenos consejos que me brindo para ser una buena persona.

Al M.C. Eliseo Martínez Cruz por darme la oportunidad de hacer esta investigación y proporcionar los medios necesarios para realizar mi trabajo.

Al Dr. José de Jesús Rodríguez Sahagún por haber participado en el asesoramiento de mi tesis y consejos que me brindo para terminar con éxito este trabajo.

A M.C. Mildre por su apoyo durante todo el proceso de mi investigación de tesis.

Al Departamento de Ciencia del Suelo por haberme formado como profesionalista.

INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 1. Porcentaje de reducción de cosecha del pimiento en función de la CE del suelo y del agua de riego.....	7
Cuadro 2. Rango de temperaturas para el óptimo desarrollo y producción del pimiento.....	7
Cuadro 3. Superficie cosechada de Chile verde (miles de hectáreas), período 1997-2001.....	9
Cuadro 4. Rendimiento mundial de Chile verde (ton·ha ⁻¹), período 1997-2001.....	10
Cuadro 5. Importaciones mundiales de Chile verde (miles de toneladas), período 1997-2000.....	10
Cuadro 6. Exportaciones mundiales de Chile verde (miles de toneladas), período 1997-2000.....	11
Cuadro 7. Valor de las exportaciones mundiales de chiles verdes, período 1997-2000.....	12
Cuadro 8. Niveles foliares de referencias normales de una planta adulta (% sms).....	15
Cuadro 9. Control de plagas y enfermedades.....	19
Cuadro 10. Tratamientos de adiciones de forma foliar a chile pimiento morrón cv. “California Wonder”, Capistrano, y Júpiter	30
Cuadro 11. Análisis de Composición de Miyamino P	30

INDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 12: Altura de planta de tres cultivares de chile pimiento morrón en invernadero.....	34
Figura 13: Peso fresco de biomasa de tres cultivadores de chile pimiento morrón en invernadero.....	35
Figura 14: Peso seco de biomasa de tres cultivadores de chile pimiento morrón en invernadero.....	35
Figura 15: Peso fresco de biomasa de tres cultivares de chile pimiento morrón en invernadero.....	36
Figura 16: Peso seco de biomasa de tres cultivares de chile pimiento morrón en invernadero.....	37
Figura 17: Peso fresco de biomasa de tres cultivares de chile pimiento morrón en invernadero.....	37
Figura 18: Peso seco de biomasa de tres cultivares de chile pimiento morrón en invernadero.....	38
Figura 19: Área foliar en tres cultivares de chile pimiento morrón en invernadero.....	39
Figura 20: Diámetro de frutos en el cultivar “Capistrano” en invernadero.....	39
Figura 21: Diámetro de frutos en el cultivar “Wonder” en invernadero.....	40
Figura 22: Diámetro de frutos en el cultivar “Júpiter” en invernadero.....	41
Figura 23: Firmeza de frutos de tres cultivares de chile pimiento morrón en invernadero.....	41
Figura 24: Color de la variedad “Capistrano” de chile pimiento morrón en invernadero.....	42
Figura 25: Color de la variedad “Wonder” de chile pimiento morrón en invernadero.....	43
Figura 26: Color de la variedad “Júpiter” de chile pimiento morrón en invernadero.....	43

INTRODUCCIÓN

En México, la producción de hortalizas en invernadero se localiza en zonas desérticas del norte y en el centro del país, donde la escasez de agua limita la agricultura de riego, cultivándose principalmente tomate, pimiento y pepino. La superficie cultivada en invernadero se incrementó de 350 ha en 1997 (Steta, 1999) a 748 en 2001 según la Asociación Mexicana de Productores de Hortalizas en Invernaderos (AMPHI, 2001). Esto se explica por la demanda de productos hortícolas de buena calidad de Estados Unidos, Canadá y el norte de Europa, principalmente durante los meses de invierno, cuando las condiciones de luz y temperatura limitan la producción agrícola en esos países. La tecnología utilizada en la producción, y los diferentes tipos de estructura de invernaderos son importados de Israel, España, Canadá y Holanda (Steta, 1999).

El rendimiento de Chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) en invernadero es de 80 t ha⁻¹ con densidades de 9 y 10 plantas m², (Maroto, 1989). En Italia, la producción con 44 híbridos fue, en promedio, 41.5 t ha⁻¹ cuando se cosechó el fruto verde, y 36.3 t ha⁻¹ cuando se cosechó maduro.

En México el cultivo de Chile es uno de los más importantes debido a su amplio consumo popular, especialmente en estado fresco, aunque también se consume procesado en forma de salsas, polvo y curtidos. En 1997 se reportó un consumo per cápita anual de 11.02 Kg. El consumo nacional aparente para ese año fue 1, 044, 667.4 toneladas según Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 1998).

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. 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 si se aplicara al suelo. En México, la fertilización foliar se practica principalmente en los estados del norte y centro en cultivos como algodón, sorgo, arroz, maíz, soya, frijol, nogal y frutales (Gooding y Davies, 1992).

En los últimos 15 años, con el auge de la agricultura sostenible, el uso de productos orgánicos como ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, carbohidratos, lignosulfonatos y aminoácidos, entre otros, se han empleado como fertilizantes, principalmente en adiciones foliares y se han obtenido excelentes resultados en la producción de hortalizas.

La aplicación de los aminoácidos viene determinada con una serie de condiciones que origina una situación adversa para la planta. Entre estas condiciones se pueden citar cambios bruscos de temperatura, heladas, deficiencias de macro y micronutrientes y sequía (García, 2001).

La aplicación de aminoácidos por vía foliar es la más utilizada ya que pueden aplicarse con fertilizantes foliares, productos fitosanitarios, etc, trasladándose los aminoácidos desde las hojas al resto de la planta (Sánchez, 1999)

OBJETIVO

Determinar el efecto de un aminoácido en el crecimiento de tres cultivares de Chile Pimiento Morrón.

HIPÓTESIS

La aplicación de aminoácido aumenta el crecimiento de al menos un cultivo de Chile Pimiento Morrón.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e Historia

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

El pimiento *Capsicum annuum* L., es originario de la zona de Bolivia y Perú. Fue llevado al Viejo Mundo por Colón en su primer viaje (1493). En el siglo XVI, ya se había difundido su cultivo en España, de ahí, se distribuyó al resto de Europa y del mundo, con la colaboración de los portugueses. Su introducción en Europa, supuso un avance culinario, ya que complementó e incluso sustituyó a otro condimento muy empleado, como era la pimienta negra (*Piper nigrum* L.), de gran importancia comercial entre Oriente y Occidente (Heladio, 2004).

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 -----	Metachlmydeae
Orden -----	Tubiflorae
Familia -----	Solanaceae
Género -----	Capsicum
Especie -----	Annuum

Descripción Botánica del Pimiento

Según sus propiedades biológicas, el chile es una planta perenne de las regiones tropicales, pero se cultiva como si fuera anual en zonas templadas.

La raíz es pivotante y vellosa. La raíz primaria es corta y bastante ramificada, la mayoría de las raíces se encuentran a una profundidad de 5 a 40 cm y lateralmente llegan a medir hasta 1.20 m de diámetro alrededor de la planta. El tallo es de crecimiento limitado y erecto, herbáceo, subleñoso, cilíndrico o prismático, pubescente de 30 a 120 cm de altura, depende de la variedad; cuando las plantas adquieren cierta edad los tallos lignifican ligeramente (Guekov, 1983).

Las hojas son simples, de forma ovoide alargada, varían mucho en tamaño. Son lampiñas o subglabras, enteras (alternas), ovales o lanceoladas y miden de 1.5 a 12 cm de largo y de 0.5 a 7.5 cm de ancho, el ápice es acuminado, la base de la hoja es cuneada y aguda y el pedicelo es largo a poco aparente (Arcos, *et al.*, 1998).

Se caracteriza por sus flores blancas y a veces púrpura, generalmente solitarias en las axilas de las hojas, aunque a veces se agrupan dos o tres, la corola es de cinco pétalos normalmente y el mismo número de estambres, pero puede encontrarse de seis ó siete con las anteras azuladas y dehiscentes longitudinalmente, con un número de órganos florales de cinco a siete. El ovario es supero para facilitar la autofecundación, es bilocular pero a menudo multicelular, bajo domesticación el estilo es simple, blanco o púrpura, el estigma es capitado. Los pedicelos miden más de 1.5 cm de longitud; el cáliz es campanulado, ligeramente dentado, aproximadamente de 2 mm alargado y cubre la base de los frutos, la corola es rotada y mide de 8 a 15 mm de diámetro (Sobrino y Sobrino 1989).

Su fecundación es claramente autogama, no supera el porcentaje de alogamia de 19% (Maroto, 1983). El fruto es una baya semicartilaginosa indehiscente con gran cantidad de semillas, colgante o erecto, naciendo solamente en los nudos, muy variable en forma, tamaño, color y pungencia; su forma es lineal, cónica o globosa, mide de 1 a 30 cm de longitud; el fruto inmaduro es verde o púrpura y cuando madura es de color rojo, naranja,

amarillo, crema o púrpura, puede pesar hasta 300 grs nos dice la Revista informativa “Hortícolas y Ornamentales”, Dirección General de Política Agrícola (SARH, 1994).

Las semillas son de forma deprimida reniforme, lisas y de color blanco amarillento, sin brillo. El peso de las semillas oscila de 3.8 a 8 grs por fruto, y miden de 3 a 5 mm de longitud. El poder germinativo de las semillas frescas es de 95 a 98% y mantienen su viabilidad de 4 a 5 años; es dicotiledónea con germinación epigea (Moroto, 1983 y Valadez, 1996).

Etapas Fenológicas y Desarrollo del Chile Pimiento

El período de preemergencia varía entre 8 y 12 días, y es más rápido cuando la temperatura es mayor. Casi cualquier daño que ocurra durante este período tiene consecuencias letales y ésta es la etapa en la que se presenta la mortalidad máxima. Luego del desarrollo de las hojas cotiledonales, inicia el crecimiento de las hojas verdaderas, que son alternas y más pequeñas que las hojas de una planta adulta. De aquí en adelante, se detecta un crecimiento lento de la parte aérea, mientras la planta sigue desarrollando el sistema radicular, es decir, alargando y profundizando la raíz pivotante y empezando a producir algunas raíces secundarias laterales. La tolerancia de la planta a los daños empieza a aumentarse, pero todavía se considera que es muy susceptible (Sánchez, et al., 1999).

A partir de la producción de la sexta a la octava hoja, la tasa de crecimiento del sistema radicular se reduce gradualmente; en cambio la del follaje y de los tallos se incrementa, las hojas alcanzan el máximo tamaño, el tallo principal se bifurca y a medida que la planta crece, ambos tallos se ramifican. Generalmente la fenología de la planta se resume en: germinación y emergencia, crecimiento de la plántula, crecimiento vegetativo rápido, floración y fructificación. Si se va a sembrar por trasplante, éste debe realizarse cuando la plántula está iniciando la etapa de crecimiento rápido. La tasa máxima de crecimiento se alcanza durante tal período y luego disminuye gradualmente a medida que la planta entra en etapa de floración y fructificación, y los frutos en desarrollo empiezan a acumular los productos de la fotosíntesis (Sánchez, 1999).

Al iniciar la etapa de floración, el chile produce abundantes flores terminales en la mayoría de las ramas, aunque debido al tipo de ramificación de la planta, parece que fueran producidas en las axilas de las hojas superiores. El período de floración se prolonga hasta que la carga de frutos cuajados corresponda a la capacidad de madurar los que tenga la planta. Bajo condiciones óptimas, la mayoría de las primeras flores producen fruto, luego ocurre un período durante el cual la mayoría de las flores aborta. A medida que los frutos crecen, se inhibe el crecimiento vegetativo y la producción de nuevas flores (Heladio, 2004).

Cuando los primeros frutos empiezan a madurar, se inicia una nueva fase de crecimiento vegetativo y de producción de flores. De esta manera, el cultivo de Chile tiene ciclos de producción de frutos que se traslapan con los siguientes ciclos de floración y crecimiento vegetativo. Este patrón de fructificación da origen a frutos con distintos grados de madurez en las plantas, lo que usualmente permite cosechas semanales o bisemanales durante un período que oscila entre 6 y 15 semanas, dependiendo del manejo que se dé al cultivo (Heladio, 2004).

Requerimientos Edafo-climáticos

El cultivo de chile se adapta a diferentes tipos de suelo, pero requiere suelos profundos y livianos, con buen drenaje y fertilidad media. La planta muestra un crecimiento normal cuando el pH del suelo está entre 5.5 y 6.8, con un contenido de materia orgánica del 3-4%. Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad del suelo y del agua de riego, aunque en menor medida que el tomate (Bolaños *et al.*, 1991). El chile pimiento morrón está clasificado como una hortaliza medianamente tolerante a la salinidad soportando contenidos de 2560 – 6400 ppm (4 a 10 dSm⁻¹) (Valadez, 1996), (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de reducción de cosecha del pimiento en función de la CE del suelo y del agua de riego. (Doorenbos y Pruitt, 1986).

Suelo		Agua	
CE (dS m ⁻¹ 1 a 25 °C)	reducción cosecha (%)	CE dS m ⁻¹ 1 a 25 °C)	reducción cosecha (%)
1,5	0	1	0
2,2	10	1,5	10
3,3	25	2,2	25
5,1	50	3,4	50
9	100		

No se recomienda sembrar pimientos en terrenos donde anteriormente se han sembrado solanáceas. Lo ideal sería rotar la siembra de pimiento, con dos ciclos de siembra de plantas gramíneas. En suelos con antecedentes de *Phytophthora* sp. es conveniente realizar una desinfección previa a la plantación.

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

Los factores ambientales son los que determinan la mayor o menor floración, y como consecuencia, la futura producción (Baños, et al., 1991). Para su óptimo desarrollo y producción, se estiman necesarias temperaturas diurnas entre 20 –25 ° C y nocturnas entre 16–18 ° C. Cuando existe una elevada humedad relativa, la planta tolera temperaturas de más de 40 ° C (Cuadro 2). Es una planta exigente en temperatura (más que el tomate y menos que la berenjena).

Cuadro 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) 16-18 (Noche)	15	32
Floración Y Fructificación	26-28 (Día) 18-20 (Noche)	18	35

La influencia de la temperatura en el desarrollo fenológico del cultivo es preponderante tanto en la velocidad de crecimiento de las plantas como en la rapidez de la maduración de la fruta. Las necesidades de temperaturas del pimiento son crecientes a medida que se desarrolla. No le favorece los cambios bruscos entre la noche y el día, por ello las zonas de menor variación térmica (zonas costeras, reguladas por la proximidad del mar) favorecen, en general, los contenidos de bioelementos en la planta, lo que se traduce en un mejor desarrollo, pero la calidad del fruto es inferior a la obtenida en zonas de mayor temperatura (Burgueño, 1996).

Todas las hortalizas de fruto, de clima cálido como el Chile no resiste bajas temperaturas. A temperaturas entre 10 y 15 °C reduce la viabilidad del polen, se pueden presentar daños como caída de flores; en el desarrollo del botón floral 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., se detienen los procesos de crecimiento afectando el fruto y a temperaturas de 32 – 35 ° C, principalmente especies de fruto pequeño, el pistilo crece más largo que los estambres, antes de que hayan abierto las anteras, provocando la polinización cruzada. Así como, las temperaturas extremadamente altas pueden provocar caída de flores y frutos (Valadez, 1996).

La humedad relativa entre 50 – 70 %, especialmente durante la floración y cuajado de frutos, es ideal para un óptimo crecimiento. Durante las primeras fases de desarrollo precisa y tolera una humedad relativa más elevada que en fases posteriores. La humedad relativa mayor puede traer problemas de enfermedades aéreas y dificultad de fecundación, humedad relativa menor con temperaturas altas pueden provocar excesiva transpiración y conducir a la caída de flores y de frutos recién cuajados (Baños, et al . , 1991).

El pimiento es exigente en luminosidad durante todo su ciclo vegetativo, especialmente en la floración, ya que ésta se ve reducida y las flores son más débiles en situaciones de escasa luminosidad, que quedarán débiles y no podrán soportar el peso de una cosecha abundante de frutos.

Importancia Económica del Cultivo

China, Indonesia y México concentran el 51% de la superficie mundial cosechada de chiles verdes (Cuadro 3) la cual se ha tenido pequeñas variaciones alrededor de 1.4 millones de hectáreas en el período de 1997 a 2001. En ese mismo período los rendimientos mundiales por hectárea han oscilado con altibajos, alcanzando tan solo un incremento de 0.8% anual ubicándose en 13 t ha⁻¹ en el año 2000. Por lo anterior se deduce que los aumentos en la producción mundial, se deben a la incorporación de superficie al cultivo, la cual varió de 1.3 millones de hectáreas en 1997 a 1.5 millones de hectáreas en el 2001, es decir, 9.5% más superficie (Lamas, 2003).

Cuadro 3. Superficie cosechada de Chile verde (miles de hectáreas), período 1997-2001.

País	Año agrícola					% año 2001
	1997	1998	1999	2000	2001	
China	383.2	403.0	428.7	438.2	443.4	30.3 %
Indonesia	161.6	164.9	151.5	151.5	151.5	10.5 %
México	99.7	156.0	163.5	145.0	150.1	10.5 %
Nigeria	85.0	89.0	90.0	90.0	90.0	6.2 %
Corea	82.1	70.1	90.7	80.1	80.0	5.5 %
Otros	508.1	535.0	538.6	540.9	545.2	37.0 %
Mundial	1,319.7	1,418.0	1,463.0	1,445.7	1,460.2	100.0 %

*Fuente: FAOSTAT, 2002; Lamas, 2003.

En el mundo, los países con los rendimientos más altos, respecto al genérico “chiles verdes” (Cuadro 4), son aquellos que emplean tecnologías de alta precisión para la aplicación de riegos y fertilizantes. Entre ellos se encuentran países del cercano oriente como son: Kuwait, Israel, Bahreim, junto a Japón y España cuyos rendimientos promedio están por arriba de las 40 t ha⁻¹. Considerando a los países participantes del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), los Estados Unidos de América tiene el rendimiento promedio superior con 30 t ha⁻¹, seguido por Canadá con 17 t ha⁻¹ y después por México con apenas 12 t ha⁻¹, el cual esta abajo del promedio mundial que es de 13 t ha⁻¹. Mención aparte merecen los rendimientos reportados para Holanda y el Reino Unido cuya producción se concentra en invernaderos altamente tecnificados y el tipo predominante de Chile cultivado es el Bell Pepper, para cosechas de invierno. Holanda

tiene registrado un rendimiento promedio de 250 t ha⁻¹ mientras el Reino Unido alcanza las 106 t ha⁻¹ (Lamas, 2003).

Cuadro 4. Rendimiento mundial de Chile verde (t ha⁻¹), período 1997-2001.

País	Año agrícola					
	1997	1998	1999	2000	2001	Promedio
Kuwait	58.8	51.9	47.1	49.6	49.6	51.6
Israel	44.3	47.5	45.5	45.4	45.0	45.6
Banreim	43.3	45.3	44.0	43.6	43.6	44.0
Japón	39.8	38.0	38.4	39.7	39.7	39.1
España	39.1	39.8	40.9	44.5	44.5	40.3

¹La base estadística de FAO, no permite diferenciar entre variedades de chiles ni los sistemas de producción empleados que bien pudieran ser en invernaderos, campo abierto. Por lo tanto las razones que aquí se establecen sobre los rendimientos son percepciones del autor.

Los Estados Unidos de América son líderes importadores de chiles y sus compras muestran un crecimiento modesto pero sostenido, alcanzando en el año 2000 las 347,000 toneladas con un valor de \$513.7 millones de dólares. Alemania es el segundo país importador, aunque mostró un crecimiento casi nulo de sus importaciones en el período 1997-2000. En este mismo renglón, sobresalen las tasas de crecimiento del Reino Unido y Austria siendo estas de 10.5 y 18.3%, respectivamente (Cuadro 5) (Lamas, 2003).

Cuadro 5. Importaciones mundiales de Chile verde (miles de toneladas), período 1997-2000.

País	Año agrícola				
	1997	1998	1999	2000	T. M. C. A.*
EUA	290.6	329.3	342.1	346.7	6.1%
Alemania	243.2	255.0	239.0	254.3	1.5%
Francia	87.0	98.3	102.9	99.4	4.5%
Reino Unido	65.3	76.1	85.2	88.1	10.5%
Canadá	74.3	71.7	78.1	85.7	4.9%
Italia	38.2	43.3	53.4	47.4	7.5%
Austria	24.9	31.9	38.7	41.3	18.4%
Rep. Checa	28.0	35.7	36.1	36.1	8.8%
Holanda	39.2	44.9	44.1	29.9	-8.9%
Suecia	20.9	19.4	22.5	22.7	2.8%
Resto	188.5	192.2	205.1	209.4	3.6%
Total	1100.2	1197.8	1247.1	1260.6	4.6%

* T.M.C.A: Tasa medio de crecimiento anual.

Fuente: Lamas, 2003 con datos de FAO.

España, México y Holanda encabezan a los países exportadores de chiles por un gran margen en lo que se refiere al volumen exportado (Cuadro 6). Así, en el año 2000, los tres países cubrieron el 70% de las exportaciones mundiales (Lamas, 2003).

Cuadro 6. Exportaciones mundiales de chile verde (miles de toneladas), período 1997-2000.

País	Año agrícola				T. M .C. A. *
	1997	1998	1999	2000	
España	351.0	402.8	403.2	359.9	0.8%
México	294.7	299.9	325.6	325.1	3.3%
Holanda	204.9	202.9	268.8	242.1	5.7%
E.U.A	71.8	68.9	74.6	81.4	4.3%
Hungría	27.3	36.9	36.2	39.3	13.0%
Turquía	38.0	27.2	27.9	32.1	-5.5%
Canadá	10.7	10.6	22.3	26.5	35.2%
Francia	11.9	16.6	22.1	23.9	26.0%
Israel	11.3	16.1	21.6	20.5	21.9%
Austria	2.7	9.7	15.7	19.4	93.6%
Resto	110.2	137.0	138.0	148.2	10.5%
Total	1234.5	1237.1	1356.0	1318.4	5.1%

* T.M.C.A: Tasa media de crecimiento anual

Fuente: FAOSTSAT, 2002, Lamas, 2003.

Respecto al valor de las exportaciones de chiles (Cuadro 7), Holanda se ubica en el primer lugar en todo el período analizado, no obstante que los volúmenes entregados son inferiores a los de España y México. De esta manera en el año 2000, Holanda, alcanzó la cifra de \$448.5 millones de dólares en sus exportaciones, seguido de cerca por España con \$394.8 y por México con \$374.3 millones de dólares (Lamas, 2003).

Lo anterior se atribuye principalmente a que la producción holandesa se realiza primordialmente en invernaderos climatizados, logrando cosechas de excelente calidad durante los meses invernales, con lo cual captan los mejores precios en los mercados internacionales. Además los holandeses se concentran en la producción de variedades de chiles morrones tipo Bell Pepper, los cuales, hasta ahora, tienen mayor demanda y alcanzan mejores precios en todos los mercados (Lamas, 2003).

Los líderes en la arena competitiva mundial en cuanto a la combinación de la producción, volumen exportado y valor de las exportaciones son México, España y Holanda cuyas estrategias competitivas varían. Así, los productores mexicanos se basan en la variedad de Chiles y sus derivados y bajos precios; los españoles se sostienen por la cantidad y bajos precios, y mientras los holandeses se distinguen por su alta calidad y oportunidad en los meses invernales (Lamas, 2003).

Cuadro 7. Valor de las exportaciones mundiales de chiles verdes, período 1997-2000.

País	Año agrícola				T. M.C.A *
	1997	1998	1999	2000	
(Millones de US dólares)					
Holanda	452.4	450.2	505.9	448.5	-0.3%
España	403.3	444.6	377.8	394.8	-0.7%
México	253.4	299.1	272.6	374.3	13.8%
E.U.A	66.5	69.8	69.2	80.5	6.6%
Canadá	18.7	34.4	38.8	51.1	39.9%
Israel	23.8	27.8	30.5	40.3	19.3%
Francia	17.8	27.0	28.1	33.3	23.3%
Resto	133.6	156.6	159.8	175.3	9.5%
Total	1370.0	1509.6	1482.8	1598.1	5.3%

* T.M.C.A: Tasa media de crecimiento anual.

Fuente: INEGI, FAOSTAT y USDA-ERS, 2002 y Lamas, 2003.

En los últimos años la producción de chiles en México ha tenido una evolución satisfactoria, con los datos estadísticos de la FAO (1999), podemos observar un crecimiento del 38% al pasar de 900 mil a 1.4 millones de toneladas de producción anual. Por otra parte, al comparar las cifras oficiales de la Secretaría de Agricultura entre 1996 y 2000, la superficie cultivada de chiles aumentó casi un 35% en términos reales. En cuanto al porcentaje de participación relativa entre los cultivos hortícolas, los chiles verdes y secos también han escalado posiciones al pasar de un 22% en 1996 a un 33% en el 2000, de tal forma que el mercado de chiles tiene un valor estimado en los 735 millones de dólares (Rodríguez, 2001).

En cuanto a chiles verdes, donde se incluye al pimiento morrón ocupa una superficie de 94 mil hectáreas que significan un 55% del total. En el cultivo de pimiento, Sinaloa ocupa por lo menos el 10% y es el líder de las exportaciones, aunque también

Chihuahua, Zacatecas, Sonora, Guanajuato y Michoacán tienen registros importantes de superficies y producción. Después de revisar los informes del USDA, ASERCA y BANCOMEXT, podemos establecer que las exportaciones de chiles picosos de México a Estados Unidos suman por lo menos 135 millones de dólares, se refieren principalmente a jalapeño, poblano, pasilla y anaheim (Rodríguez, 2001).

Aunque hasta 1996 las importaciones de chiles picosos se mantuvieron sobre los 100 millones de dólares, a partir de 1997, se incrementaron hasta alcanzar 170 millones en 1998, cuando se presentó la caída de la producción de chiles en Nuevo México. Para el año 2000, el USDA reporta las importaciones conjuntas de chiles picosos y pimientos fueron de más de 300 millones de dólares, que representaron un aumento del 33% con respecto a 1999, y tomando en cuenta el valor de la producción nacional, se tiene que las exportaciones de chiles podrían alcanzar más de un 35% del total. Durante el año 2000, las exportaciones totales de chiles y pimientos alcanzaron un volumen de 290 mil toneladas con precios promedio de 1,364 de dólares por tonelada de pimiento y de 641.9 para chiles picosos, con un promedio global de 1,200 dólares la tonelada, representando esto un incremento del 33% en el valor de las exportaciones con respecto a 1999 (Rodríguez, 2001).

Técnicas de Producción

El sistema tradicional de implantación del cultivo del pimiento más utilizado es el trasplante de plantas criadas en semillero. La técnica de la siembra directa se está extendiendo en el cultivo del pimiento destinado a la industria, especialmente para la obtención de pimentón. La siembra directa en suelo desnudo sólo es recomendable en terrenos arenosos, que no formen costra, con temperaturas adecuadas y riego por aspersión. En los demás casos es aconsejable la siembra directa bajo acolchado plástico transparente, que evita la formación de costra e incrementa la temperatura del suelo. En este caso no son necesarias siembras profundas para asegurar que la semilla disponga de suficiente humedad para su germinación, siendo recomendables profundidades de 1.5 - 2 cm. En cuanto a la fecha de la siembra, se recomienda efectuarla cuando la temperatura media del suelo a nivel de siembra sea superior a 15 ° C. Con el sistema de acolchado esta temperatura puede alcanzarse hasta dos meses antes que con el suelo desnudo. Distintos

trabajos ponen de manifiesto que el rendimiento total y la precocidad de la producción son significativamente mayores con trasplante que con siembra según el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas - Revista informativa "Hortícolas y Ornamentales", Dirección General de Política Agrícola (INIA- SARH, 1982).

El trasplante debe realizarse cuando las plántulas tengan de cuatro a cinco foliolos (aproximadamente de 15 – 20 cm de altura). Esto ocurre entre los 50 – 60 días después de la siembra, aunque dependiendo de la temperatura ambiental, el crecimiento puede ser más rápido, o más lento. Es conveniente suspender el riego del semillero uno o dos días antes del trasplante, para que las plantas tengan un mejor desarrollo de raíces y resistan el cambio al campo. Para facilitar el arranque de las plantitas del semillero, hay que darle un riego fuerte, el día que se realice el trasplante, actividad que se realiza específicamente en las horas más frescas del día ya sea por la mañana o por la tarde. El terreno definitivo se riega temprano a efecto que cuando se esté ejecutando el trasplante, el suelo esté húmedo. De esta forma las plantas no se estresan demasiado al pasarlas del semillero al campo definitivo. Deben realizarse agujeros u hoyos en el suelo adecuados para colocar o acomodar el sistema radicular, el cual debe de quedar recto. Luego se llenan con suelo húmedo evitando que queden cámaras de aire, por lo que se presiona con la mano empuñada y luego se puede dar un riego ligero para que el agua se encargue de llenar las cámaras de aire que pudieran quedar (Guekov, 1983).

En cuanto al agua de riego el pH óptimo es de 5.5 a 7. El cultivo del pimiento se considera entre sensible y muy sensible al estrés hídrico, tanto por exceso como por deficiencia de humedad. Junto con el abonado nitrogenado, el riego es el factor que más condiciona el crecimiento, desarrollo y productividad de este cultivo. Un aporte de agua irregular, en exceso o en deficiencia, puede provocar la caída de flores y frutos recién cuajados y la aparición de necrosis apical, siendo aconsejables los riegos poco copiosos y frecuentes. La mayor sensibilidad al estrés hídrico tiene lugar en las fases de floración y cuajado de los primeros frutos, siendo el período de crecimiento vegetativo el menos sensible a la escasez de agua.

El déficit hídrico ocasiona un descenso en la producción en cantidad y calidad al reducirse al número de frutos y/o su peso unitario, incrementándose la proporción de frutos no comerciales y, en frutos destinados a la industria, disminuye el pH y aumenta el contenido en sólidos totales y solubles.

El pimiento es un cultivo que en años de climatología más suave (veranos no muy calurosos y secos), se adapta bien al riego deficitario diario por goteo, siendo aconsejable en este caso dar riegos con dotaciones en torno al 80-90%. Con climatología extrema el asesoramiento es interesante a fin de no aplicar riegos deficitarios, ya que en este caso se produce una importante merma de la producción comercial y un considerable aumento del destrío, fundamentalmente por frutos afectados por necrosis apical. (George, 1989)

La fertilización, después del riego, es el principal factor limitante de la producción hortícola. El período de mayores necesidades de N, P y K se extiende desde aproximadamente diez días después de la floración hasta justo antes de que el fruto comience a madurar. Las concentraciones de N, P y K son mayores en la hoja, seguidas del fruto y del tallo. El orden de éstos dos últimos se invierte en los contenidos de Ca y Mg.

La dosis de fertilización para el estado de Coahuila se recomienda aplicar la formula 100-50-00 para el Chile Morrón y pasilla

Los programas de fertirrigación, donde el agua de riego y los fertilizantes se aportan conjuntamente, deben intentar restituir las cantidades extraídas por el cultivo en cada estado de su desarrollo. Los valores del cuadro 3 se pueden considerar como orientativos de cultivo en invernadero con rendimientos similares (10 Kg m⁻²). (Moroto, 1983).

Cuadro 8. Niveles foliares de referencias normales de una planta adulta (% sms)

N	P	K	Ca	Mg
3.0 - 5.0	0.3 - 0.8	3.5 - 5.5	1.5 - 4.0	0.8 - 1.7

En la actualidad, la fertilización de los cultivos a dejado de ser una actividad convencional, ya que ahora existen formulas que nos permiten diversas aplicaciones de fertilizantes, puede ser por vía foliar, en forma sólida, líquida (goteo, aspersión, fertirrigación) combinada. Cada una de ellas se puede adaptar a las necesidades de los diferentes cultivos y sistemas de producción, aun que en realidad uno de los mejores opciones consiste en desarrollar un sistema integral en nutrición en el cual se combinan de acuerdo con el tipo de suelo, en estado fenológico del cultivo y la infraestructura de la explotación (Santiago, 2000).

El marco de plantación, se establece en función del porte de la planta que a su vez dependerá del porte de la variedad comercial cultivada. El mas frecuentemente empleado en los invernaderos es el de 1.0 metro entre líneas y 0.5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio y según el tipo de poda de formación, es posible aumentar la densidad de plantación de 2.5 – 3.0 plantas por metro cuadrado. También es frecuente disponer líneas de cultivo por pares, distantes entre si a 0.80 metros y dejar pasillos de 1.2 metros entre cada par de líneas con objeto de favorecer la realización de las labores culturales, evitando daños indeseables al cultivo. En cultivo bajo invernadero la densidad de plantación suele ser de 20.000 a 30.000 plantas/ha¹. Existen dos tipos de transplante, en el cual se ocupa de 400 – 600 gr ha⁻¹ de semilla. En siembra directa, que es el mas usual, en el cual se requiere de 2.0 – 2.5 Kg ha⁻¹ de semilla y que es sembrada a una profundidad de 1.5 – 2.0 cm (Castaños, 1993).

La poda de formación, es una práctica cultural frecuente y útil que mejora las condiciones de cultivo en invernadero y como consecuencia la obtención de producciones de una mayor calidad comercial. Ya que con la poda se obtienen plantas equilibradas, vigorosas y aireadas, para que los frutos no queden ocultos entre el follaje, a la vez protegidos de insolaciones. Se delimita el número de tallos con los que se desarrollará la planta (normalmente 2 ó 3). En los casos necesarios se realizará una limpieza de las hojas y brotes que se desarrollen bajo la “cruz”. La poda de formación es más necesaria para variedades tempranas de pimiento, que producen más tallos que las tardías (Castaño, 1993).

El aporcado es una práctica que consiste en cubrir con tierra o arena parte del tronco de la planta para reforzar su base y favorecer el desarrollo radicular. En terrenos enarenados debe retrasarse el mayor tiempo posible para evitar el riesgo de quemaduras por sobrecalentamiento de la arena.

El tutorado es, una práctica imprescindible para mantener la planta erguida, ya que los tallos del pimiento se parten con mucha facilidad. Las plantas en invernadero son más tiernas y alcanzan una mayor altura, por ello se emplean tutores que faciliten las labores de cultivo y aumente la ventilación (Casares, 1981).

Plagas

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.

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*). Los daños directos (amarillamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse absorbiendo la savia de las hojas, los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas. Otro daños indirectos se producen por la transmisión de virus (Gemnivirus)

Pulgón, (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*), son las especies de pulgón mas ampliamente distribuida en todos los continentes, se multiplican en variadas climatologías, alternando los hospedantes herbáceos con los leñosos en las regiones templadas o frías y solamente los herbáceos en las regiones cálidas. Presentan polimorfismo, con hembras haladas y ápteras de reproducción vivípara.

Trips, (*Frankliniella occidentalis* y *Trips tabaci*), 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 necrosa. El daño indirecto es el que causa mayor importancia y se debe a la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV) que afecta al pimiento (CATIE 1993).

Enfermedades

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

Mancha Bacteriana, Roña o sarna. 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.

Marchitez Bacteriana. 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 la bacteria *Erwinia carotovora* pv. *Carotovora*; *bacterial soft rot*), 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 (Black, et al., 1993).

Control de Plagas y Enfermedades

Para combatir las plagas y enfermedades, que se presentaron durante el ciclo del cultivo, se aplicaron en forma preventiva y de control con diferentes productos químicos. Las aplicaciones de estos productos (insecticidas y funguicidas), se realizó cuando se

detectaron algunas plagas y enfermedades. Las plagas y enfermedades que más se presentaron en el cultivo de pimiento morrón se señalan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Control de plagas y enfermedades

Producto utilizado	Plaga o enfermedad	Dosis por aspersión
Prozycar	Antracnosis, pudrición del cuello, daping off	50 g ha ⁻¹
Cupertron	Cercospora, mancha bacteriana, tizón tardío,	2.5 – 3 L ha ⁻¹
Saprol	Daping off,	1 – 1.5 L ha ⁻¹
Ridomil		2 g L ha ⁻¹
Cercobin	Antracnosis, botritis, daping off	2 g L ha ⁻¹
Blason ultra	Tizón tardío	2.5 g ha ⁻¹
Mancoced	Tizón temprano, alternaria solani, phytoptora infestan, mancha de la hoja	
Agromet 600	Minador de la hoja, mosquita blanca	2 L ha ⁻¹

*: Aspersor de 1 Lts a una dosis de 1ml/l de agua.

Índice de Cosecha

Los índices de cosecha en pimiento dependen mucho del ciclo vegetativo del cultivo, de que si el producto esta destinado al mercado nacional o de exportación, siendo el pimiento el que exige mayor calidad. El estado de madurez lo podemos evaluar tomando en cuenta el tamaño color y firmeza del fruto, debe tener paredes mas gruesas, color verde oscuro brillante, textura firme y por lo tanto ser menos sensible a los daños por manipulación y mejor aptitud para la conservación y transporte (Sánchez, 1995).

La primera cosecha de una variedad precoz se obtiene a los 70-75 días después del transplante. De una variedad tardía, bajo condiciones de crecimiento lento, la primer cosecha es a los 80 - 85 días después del transplante, durante el desarrollo se tutora la planta para asegurar una producción de alto volumen y buena calidad, las siguientes cosechas se efectúan cada semana, si este tiempo se alarga el fruto sazón colorea y baja su valor comercial (Medina, 1984). Al pimiento se le considera como una planta de día largo

en cuanto al periodo diario requerido de luz, por lo tanto si hay una insuficiencia en la intensidad lumínica se prolonga el ciclo vegetativo de la planta (Guekov 1983).

Los Aminoácidos

Los aminoácidos (A. A) son moléculas orgánicas que forman parte de las proteínas. Las plantas por si solas son capaces de biosintetizar aminoácidos a través de compuestos inorgánicos como nitrógeno, azufre y otros compuestos orgánicos. Los aminoácidos son elementos estructurales de la base de las proteínas. Cada proteína tiene propiedades físico-químicas particulares, conferido por la secuencia de sus aminoácidos y su estructura tridimensional. En las plantas desarrollan funciones estructurales (como componentes de las paredes celulares), enzimáticas (muchos procesos bioquímicos están catalizados por proteínas) y hormonales. Las proteínas participan en la casi-totalidad de las reacciones químicas de los organismos vivos. Su importancia universal esta confirmada por su papel de enzima, catalizando sus reacciones químicas de las células vivas (Restrepo, 1998).

Se caracterizan por tener en su molécula un grupo amino ($-NH_2$) y un grupo ácido ($-COOH$) 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. 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. cuando el numero de A.A. aumenta, el volumen de la molécula y la asimilación por la planta es difícil (Stevenson, 1994).

Uso de los Aminoácidos en la Agricultura

Existen diferentes tipos de bioestimulantes, unos químicamente bien definidos tales como los aminoácidos, polisacáridos, 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 utilizadas de forma más o menos inmediata. Aun 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. 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 por que no los puede sintetizar. Aplicar el calificado esencial a un aminoácido respecto de una planta no es correcto, salvo que se disponga de la información suficiente como para que pueda demostrar 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 bioestimuladores, hormonales y reguladores del metabolismo.

Funciones de los aminoácidos 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 suministran a la planta directamente los aminoácidos necesarios, con el fin de conseguir un ahorro energético, abasteciéndose 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 activación producida por altas concentraciones de NaCl y a las membranas contra la desestabilización por calor (Abdón et al. , 1991).

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:

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

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 vigorización y el poder germinativo de las semillas.

Fenilalanina: Infiuye en la formación de los compuestos humificantes.

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. Confiere resistencia a 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 resistencias 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 calidad de la producción. Favorece el crecimiento radicular.

Prolina: Regula el equilibrio hídrico de las plantas. Mantiene la fotosíntesis aun 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: Infiuye 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 estos productos tienen una rápida absorción por los vegetales, tanto vía radicular, como foliar y cutícula, llegando a ser detectada su presencia con un 90%, en las estructuras celulares, a las 7 horas de 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, (Stevenson, 1994).

Los Aminoácidos en la Fertilización Foliar

La aplicación de Aminoácidos y Oligopéptidos a las plantas, debido a la propiedad que tienen 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, 200).

Fertilizantes Basados en Aminoácidos

Los productos basados en 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 económicos, (Kvesitaze et al., 1996).
 - Hidrólisis ácida. Las proteínas son fraccionadas al hervirlas con el ácido. En la actualidad se usa ácido clorhídrico, consiguiendo que la temperatura de hidrólisis sea inferior de 250 ° C.
 - Hidrólisis básica. Las proteínas son fraccionadas con bases.
 - Hidrólisis enzimáticas. Las proteínas son sometidas a la acción de ciertas enzimas. En la digestión las 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 tiene efectos reconocidos en el metabolismo y en algunos procesos fisiológicos de las plantas su elevado precio en ocasiones los hacen no viables (Liñan, 2001).
3. Por biotecnología. Se utilizan las técnicas desarrolladas por la ingeniería genética; los productos que resultan tiene precios muy altos aunque son muy eficaces (Kvesitaze, 1992).

Ventajas de Aplicación de Fertilizantes con Aminoácidos

La primera es componente de la molécula de aminoácido o péptido de su penetración en el tejido celular de la hoja es más rápida que la de los cationes libres en agua debidos 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 que entra en el citoplasma, mientras que en el quelato ya lo es desde el mismo momento en que atraviesan la membrana, provocándose así una rápida respuesta de la planta.

Además de la 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 hace mención la ventaja de menor toxicidad.

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) (Parrota, 1991).

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 (Parrota, 1991).

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 vehicular moléculas al interior de los tejidos vegetales se aprovecha actualmente para mejorar la eficacia de diversos productos fitosanitarios sistémicos o penetrantes como herbicidas, fitoreguladores etc, permitiendo reducir incluso sus dosis de aplicación y siendo hoy día una característica muy importante de los aminoácidos (Parrota,1991).

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, trasplante, 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.

(Restrepo, 1998).

Fertilización Foliar

La fertilización foliar es una práctica agronómica, la cual no se ha plenamente aprovechado para el abastecimiento vía follaje de los cultivos. Esta técnica es de relevante utilidad en aquellos casos donde la disponibilidad nutrimental es un problema, además de que constituye el medio más rápido para que las plantas utilicen los nutrimentos (Alexander, 1986).

Un suelo puede contener todos los elementos necesarios para la nutrición de las plantas, pero estos pueden estar en forma no disponible para ser absorbidos por la raíz, como ocurre frecuentemente con el Fe y el P en los calcisoles o en suelos con pH alcalino en general. En estos casos los fertilizantes foliares constituyen el medio más eficaz de aplicación (Tisadale y Nelson 1991).

La importancia de la fertilización foliar radica en que con ella puede mejorarse la calidad e incrementarse el rendimiento de los cultivos y en que muchos problemas de la fertilización al suelo (fijación, inmovilización, volatilización pueden ser resueltos mediante este tipo de fertilización (Fregoni, 1986).

La fertilización foliar se ha practicado desde hace muchos años. En 1844 se reporta que en Francia se aplicaba sulfato ferroso en el follaje de la vid para corregir la clorosis en las plantas. También se tenían noticias de que en muchas partes del sur de Europa la fertilización foliar era conocida por los agricultores, quienes la practicaban ampliamente.

Esta práctica posteriormente se hizo intensiva en otras partes del mundo, en donde los agricultores habían visto efectos benéficos en el incremento de rendimiento y calidad del producto. Además ya se había observado que en algunos lugares los fertilizantes químicos aplicados al suelo no actuaban eficiente y satisfactoriamente (Eibner, 1986).

Ventajas de la Fertilización Foliar

Permite una rápida utilización de los nutrimentos, corrigiendo deficiencias en corto plazo. Permite el aporte de nutrimentos cuando existen problemas de fijación en el suelo; Permite la aplicación simultánea de una solución nutritiva junto con pesticidas, economizando labores; es la mejor manera de aportar micronutrientes a los cultivos; ayuda a mantener la actividad fotosintética de las hojas; permite el aporte de nutrimentos en condiciones de emergencia o stress, como son los siguientes casos: sequía, anegamiento, bajas temperaturas y estimula la absorción de nutrimentos.

Limitaciones de la Fertilización Foliar

Riesgo de fitotoxicidad; dosis limitadas de macronutrimentos; requiere un buen desarrollo del follaje; elevado costo; pérdidas en la aspersion, y la eficiencia agronómica depende de muchos factores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Sitio Experimental

El presente trabajo se desarrolló en un invernadero del Departamento de Fitomejoramiento del *Campus* principal de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, la cual se localiza en Buenavista, Saltillo, Coahuila. a los 25° 22” de latitud norte, 101° 00”, longitud oeste y a 1743 msnm (Mendoza, 1983), de Junio a Noviembre del 2005. Según la clasificación del clima de Köppen modificada por García (1973), se ubica dentro de la clasificación del tipo BS1KX1 que corresponde a un clima seco, semiseco templado con lluvias escasas todo el año, con un por ciento de precipitación invernal mayor de 18% con respecto al total anual y verano cálido. La temperatura media anual es de 17 °C, con una precipitación anual de 450 a 500 mm y la evaporación media anual es de 1956 mm la cual es siempre mayor que la precipitación media anual (Valdés, 1985).

Metodología

En charolas de poliestireno de 200 cavidades, con peat- moss como sustrato, se sembraron semillas de tres variedades de chile pimiento morrón, “California Wonder 300”, “Capistrano” y “Júpiter”, con un 95% de germinación. Cuando la plántula presentó cuatro hojas verdaderas (aproximadamente 15 cm de longitud), se transplantó en macetas de plástico negro que contenía 20 kg de peat- moss y se les adicionaron los tratamientos presentados en el Cuadro 10. Cada tratamiento constó de tres repeticiones y cada repetición de tres plantas, lo cual proporcionó cinco tratamientos en total. Éstos se adicionaron de manera foliar, cada tres semanas hasta el inicio de la floración. El experimento se distribuyó de acuerdo al Diseño Experimental Completamente al Azar.

Cuadro 10. Tratamientos de adiciones de forma foliar a chile pimiento morrón cv. “California Wonder”, “Capistrano” y “Júpiter”.

Tratamientos	Producto	Cantidad (mL por 200 litros de agua)
1	Miyamino Pentatoato (MP1)	1.5
2	Miyamino Pentatoato (MP2)	2.5
3	Miyamino Pentatoato (MP3)	5.0
4	K-tionic (Testigo Comercial)	5.0
5	Agua (Testigo Absoluto)	Agua

El Miyamino Pentatoato (MP) es un Fertilizante Foliar Orgánico, elaborado a base de materiales orgánicos que son sometidos a un proceso de extracción natural que permite ser aplicado en diversos cultivos, es un producto líquido completamente soluble en agua que al ser aplicados a los cultivos, favorece la calidad de los frutos. Este producto se puede aplicar durante todo el ciclo del cultivo y su aplicación puede repetirse a intervalos de 15 días después de cada aplicación. Se disuelve rápidamente en agua y su aplicación debe hacerse en forma foliar. En el cuadro 11 se presenta el análisis de composición.

Cuadro 11. Análisis de composición del Miyamino P

Nitrógeno (N)	6.50%
Fósforo (P)	3.00%
Potasio (K)	48.00%
Ácido Fúlvico (AF)	13.60%
Hierro (Fe)	9.200%
Zinc (Zn)	2.300%
Magnesio (Mg)	3.700%
Manganeso (Mn)	1,000%
Pantotenato	4.80%
Acondicionadores	20.48%
trazas	2.00%

Beneficios de la aplicación de Miyamino Pentatoato

Es un sinergista, es de rápida absorción, mejora el transporte de nutrientes, favorece la formación del parénquima celular de la planta, favorece el rebrote, aumenta la formación de azúcares y carbohidratos, los aminoácidos, son proteínas que la planta requiere en todas sus etapas, no existe toxicidad, ni manchado en el fruto, aumenta la firmeza en el fruto y presenta un pH neutro.

Para el tratamiento comercial se utilizó K- tiónic que es un producto concentrado de alta solubilidad a base de sustancias fúlvicas de origen vegetal que muestra las siguientes características. Favorece la asimilación de nutrientes y de reguladores de crecimiento aplicados foliarmente. Hace más efectiva la actividad biológica de productos sistémicos para el control de plagas, enfermedades y malezas al facilitar la absorción y traslocación en la planta. Forma complejos nutricionales disponibles con los elementos mayores. Incrementa la permeabilidad de las membranas celulares facilitando la entrada de nutrientes.

Aplicando al suelo vía riego o en fertirrigación favorece el crecimiento de varios grupos de organismos benéficos. Promueve la conversión o quelación de un número de elementos menores hacia formas disponibles a las plantas, mejorando el consumo de nutrientes y previendo la clorosis entre otros problemas nutricionales. Se obtienen plantas más sanas y vigorosas que toleran fácilmente el ataque de plagas y enfermedades. Incrementa sustancialmente la capacidad de intercambio catiónico y las propiedades buferizantes del suelo provocando mayor disponibilidad de nutrientes. Provoca cambios sobre las propiedades físicas de los suelos, mejorando la capacidad de mantenimiento de la humedad, genera un mayor desarrollo radicular que se traduce en mayor asimilación de nutrientes (especialidades agropecuarias).

Durante la etapa fenológica del cultivo se presentaron problemas que causaron daños a la planta como las siguientes enfermedades Mancha Bacteriana, Roña o Sarna, Marchites Bacteriana, Pudrición Blanda del Fruto, Pudrición del Cuello, Tizón Tardío, Phytophthora Infestan, Hongo Pythium (Dampin-off) por lo que se recurrió a aplicar los

siguientes productos Ridomil (clorotalonil y metalaxil), Prozycar, Cupertron, Cercobin, Mancoced y reemplazando aquellas plantas dañadas. Así también plagas como: Mosca Blanca, Minador de Hoja y Trips, por lo que se tuvieron que hacer aplicaciones periódicas de Curacron, Tiametoxam Agromet 600, Diametoczan.

Variables a Evaluar

Las variables medidas fueron: altura de planta (AP), peso fresco hoja (PFH), peso seco hoja (PSH), peso fresco tallo (PFT), peso seco tallo (PST), peso fresco raíz (PFR), peso seco raíz (PSR), área foliar (AF), color del fruto (Colorímetro Minolta CR-300), diámetro del fruto (DF), firmeza del fruto (penetrómetro manual Effegi FT-011).

Criterios de calidad de los productos hortícolas

Son en total unos siete y van a variar dependiendo del producto agrícola e incluso dentro del mismo producto dependerán de uso al que estén destinados. Estos criterios van aplicados a los productos agrícolas de consumo en fresco

1.- Integridad

Fruto entero, sin lesiones mecánicas -debidas a su manipulación- o lesiones producidas por insectos u organismos macropatógenos. Este criterio sirve para descartar productos no aptos para el consumo incluso a pie de huerta.

2.- Frescura

Los tejidos deben tener una solidez y una turgencia óptima. También sirve este criterio para descartar aquellos frutos que están sobrevalorados y aquellos que no van a madurar.

3.- Grado de madurez (comercial)

Es la época equilibrada de interrupción del proceso normal vegetativo. En el caso del tomate, la madurez comercial no coincide con la biológica o fisiológica. Este grado de madurez depende del destino del fruto, así, aquellos productos destinados a mercados lejanos se arrancarán verdes, por ejemplo, el tomate o el pimiento. El producto debe estar totalmente formado.

4.- Fruto exento de impurezas

Producto limpio, sin manchas de tierra y sin residuos fitosanitarios, hay que cumplir unos plazos mínimos de tiempo para que se pierdan los restos fitosanitarios.

En la horticultura más desarrollada se llega en algunos casos a dar una capa de cera para aportar más brillo al fruto

5.- Impurezas organolépticas

No debe haber sabores ni olores extraños

6.- Color

Homogéneo, intenso, adecuado para el producto en cuestión y que normalmente suele coincidir con el grado de madurez comercial

7.- Calibre

Es el criterio más importante para clasificar los productos agrícolas. Según los distintos productos agrícolas el calibrado es diferente, por ejemplo, hay cultivos en los que se mide el diámetro del círculo máximo de su inflorescencia, baya, fruto, bulbo,...; la anchura del fruto -judía-; relación longitud-diámetro en turiones -espárragos-, en raíces -zanahoria- en incluso en el melón (Jarén, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para comparación entre variedades y tratamientos se tomaron los valores máximos y mínimos (medias) y se correlaciono en que porciento éste logró superioridad.

Altura

En la variedad “Jupiter”, al agregar la cantidad de 25 mL L⁻¹ de agua de K-tionic, en altura, éste tratamiento rebasó al de los MP con 75 por ciento. En la variedad “Capistrano”, cuando se adicionó agua, éste aventajó a los tratamientos de los MP en 58 por ciento. En el cultivar “Wonder 300”, al aplicar 25 mL L⁻¹ de agua del MP3, éste aventajó en 70 por ciento a los otros tratamientos (Figura 12).

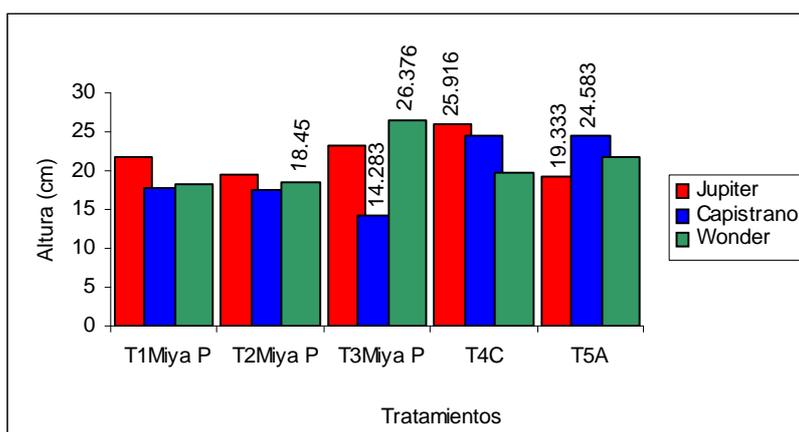


Figura 12: Altura de planta de tres cultivares de chile pimiento morrón en invernadero.

Peso Fresco Tallo

En la variedad “Júpiter”, al adicionar el MP2 a la cantidad de 12.5 mL L⁻¹ de agua, en el peso fresco de biomasa tallo, éste tratamiento superó al de 25 mL L⁻¹ de agua del MP3 en 16 por ciento. En la variedad “Capistrano”, cuando se agregó el mismo tratamiento en la misma variable, éste aventajó al tratamiento de 7.5 mL L⁻¹ de agua del MP1, en 12 por ciento. En el cultivar “Wonder 300”, al aplicar 25 mL L⁻¹ de agua del MP3, éste avanzó en 16 por ciento más que el tratamiento de 12.5 mL L⁻¹ de agua MP2 (Figura 13).

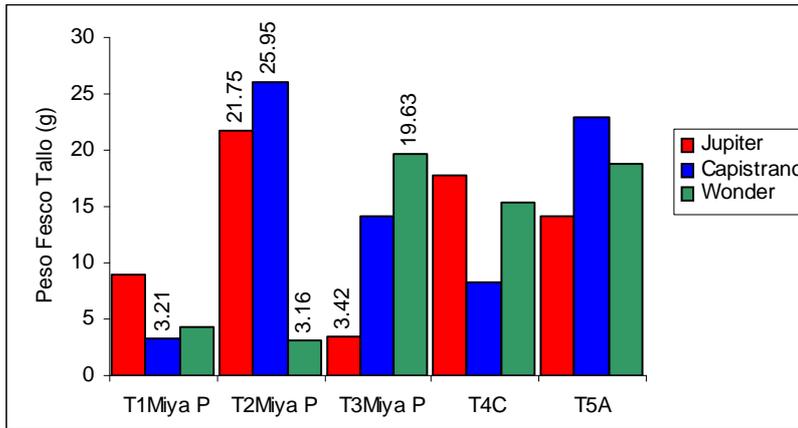


Figura 13: Peso fresco de biomasa tallo de tres cultivadores de chile pimienta morrón en invernadero.

Peso Seco Tallo

En la variedad “Jupiter”, al aplicar el MP2 a la cantidad de 12.5 mL L^{-1} de agua, en el peso seco de biomasa tallo, este tratamiento dominó al de 25 mL L^{-1} de agua de MP3 en 14 por ciento. En la variedad “Capistrano”, cuando se añadió el mismo tratamiento en la misma variable, sobrepasó al tratamiento de 7.5 mL L^{-1} de agua de MP1, en 20 por ciento. En el cultivar “Wonder 300”, al agregar 25 mL L^{-1} de agua del MP3, éste superó en 19 por ciento al tratamiento de 12.5 mL L^{-1} de agua de MP2 (Figura 14).

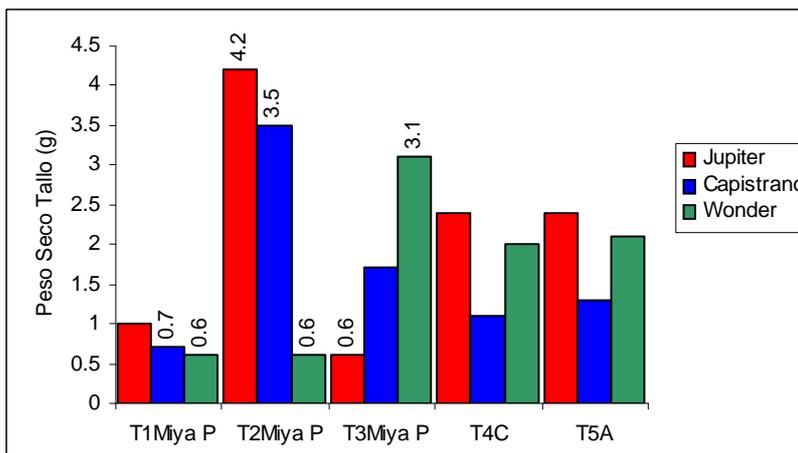


Figura 14: Peso seco de biomasa tallo de tres cultivadores de chile pimienta morrón en invernadero.

Peso Fresco Hoja

En el cultivar “Jupiter”, al agregar agua, en el peso fresco de biomasa, Este tratamiento superó a los de MP y K-tionic en 15 por ciento. En la variedad “Capistrano”, cuando se añadió el mismo tratamiento en la misma variable, éste superó a los MP y K-tionic en 22 por ciento. En la variedad “Wonder 300”, al adicionar 25 mL L⁻¹ de agua de Katio-nic, éste aventajó en 23 por ciento más que el tratamiento de 25 mL L⁻¹ de agua del MP3 (Figura 15).

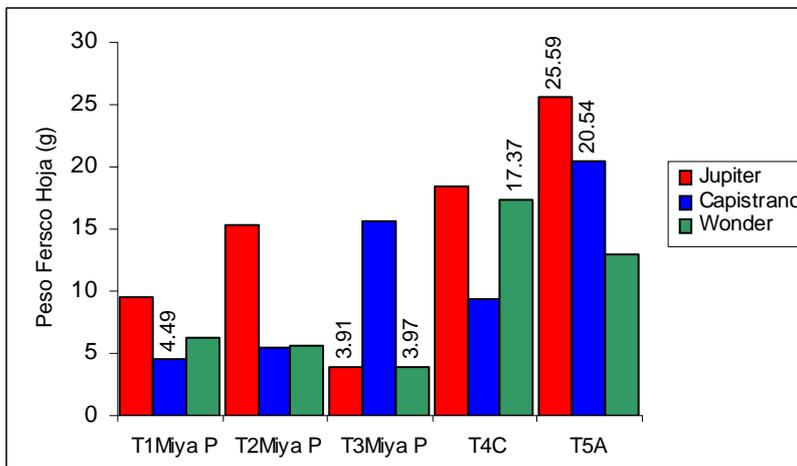


Figura 15: Peso fresco de biomasa de tres cultivares de chile pimiento morrón en invernadero.

Peso Seco Hoja

En la variedad “Jupiter”, al incorporar agua, en el peso seco de biomasa, éste tratamiento rebasó a los de MP y Katio-nic con 20 por ciento. En el cultivar “Capistrano”, cuando se aplicó el mismo tratamiento en la misma variable, éste alcanzó a los MP y K-tionic en 29 por ciento. En la variedad “Wonder 300”, al añadir 25 mL L⁻¹ de agua de Katio-nic, éste sobresalió en 30 por ciento más que el tratamiento de 25 mL L⁻¹ de agua del MP3 (Figura 16).

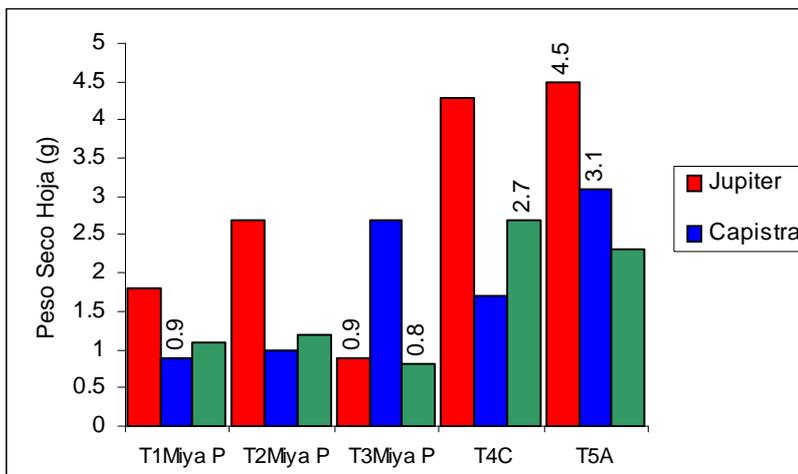


Figura 16: Peso seco de biomasa de tres cultivares chile pimiento morrón en invernadero.

Peso Fresco Raíz

En el cultivar “Jupiter”, al aplicar agua, en el peso fresco de biomasa, éste tratamiento dominó a los del MP y K-tionic con 40 por ciento. En la variedad “Capistrano”, cuando se agregaron 25 mL L⁻¹ de agua del MP3, éste avanzó en 56 por ciento. En la variedad “Wonder 300”, al utilizar agua, éste tratamiento rebasó a los del MP y K-tionic con 16 por ciento (Figura 17).

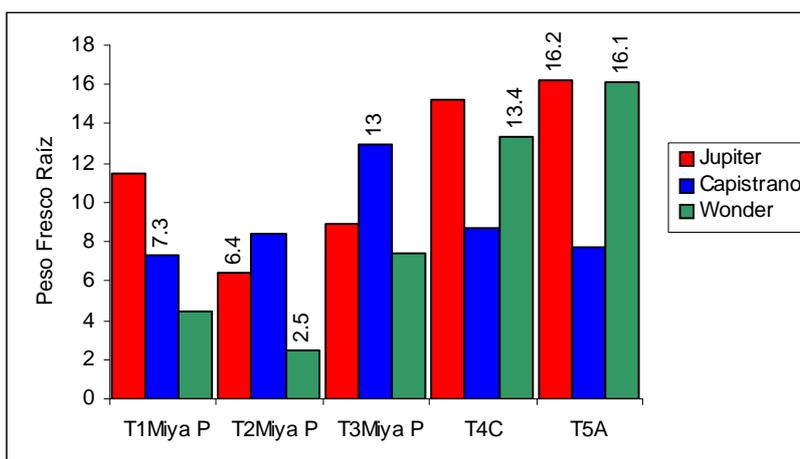


Figura 17: Peso fresco de biomasa de tres cultivares de chile pimiento morrón en invernadero.

Peso Seco Raíz

En la variedad “Jupiter”, al adicionar agua, en el peso seco de biomasa, éste tratamiento aventajó a los de MP y K-tionic con 25 por ciento. En la variedad “Capistrano”, cuando se aplicaron 25 mL L⁻¹ de agua del MP3, éste dominó en 50 por ciento al tratamiento de solo agua. En el cultivar “Wonder 300”, al incorporar agua, éste tratamiento superó a los de MP y K-tionic con 18 por ciento (Figura 18).

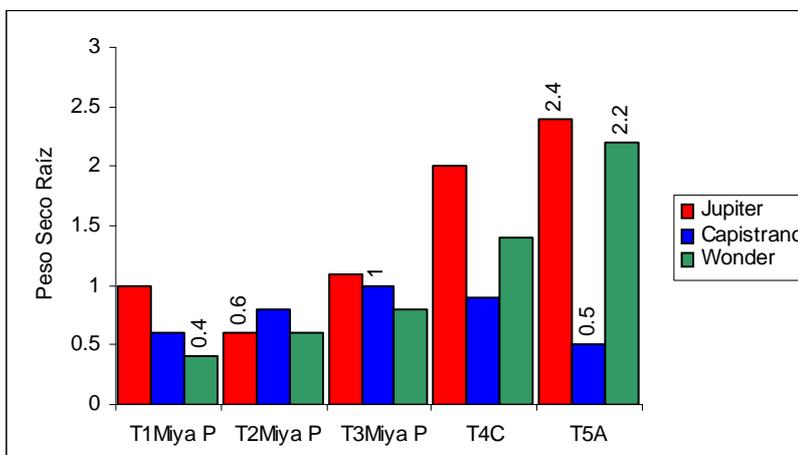


Figura 18: Peso seco de biomasa de tres cultivares de chile pimiento morrón en invernadero.

Área Foliar

En el cultivar “Capistrano”, al incorporar agua, en el área foliar, éste tratamiento aventajó a los MP y K-tionic con 13 por ciento. En la variedad “Wonder 300”, cuando se añadió al mismo tratamiento en la misma variable, éste alcanzó a los MP y K-tionic en 15 por ciento. En la variedad “Jupiter”, al agregar 25 mL L⁻¹ de agua de Katio-nic, éste sobresalió en 19 por ciento más que el tratamiento de 25 mL L⁻¹ de agua del MP3 (Figura 19).

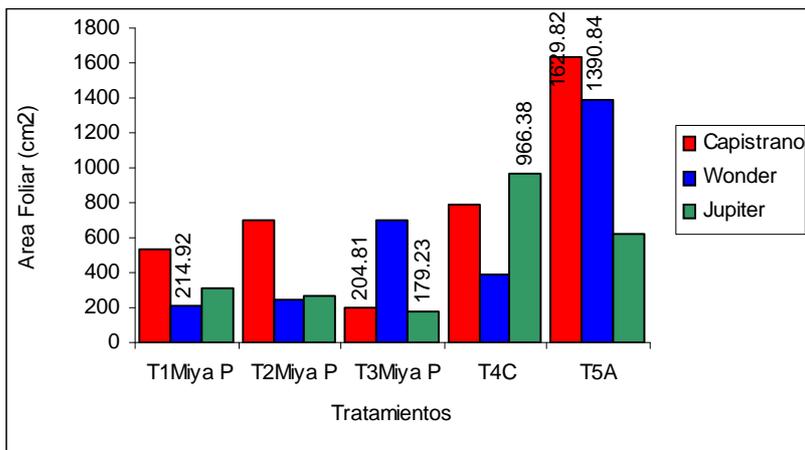


Figura 19: Área foliar en tres cultivares de chile pimiento morrón en invernadero.

Diámetros de Frutos

En la variedad “Capistrano”, al aplicar la cantidad de 25 mL L⁻¹ de agua de K-tionic en el diámetro superior, éste tratamiento superó al de 25 mL L⁻¹ de agua del MP3 con 65 por ciento. En el diámetro medio al añadir el mismo tratamiento en la misma variable, rebasó en 73 por ciento al de 25 mL L⁻¹ de agua del MP3. En el diámetro inferior cuando se agregó el mismo tratamiento, éste sobresalió en 76 por ciento al de 25 mL L⁻¹ de agua del MP3 (Figura 20).

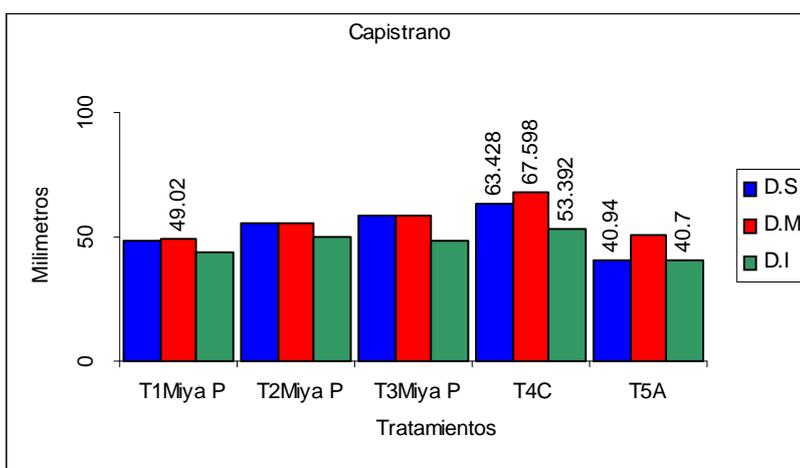


Figura 20: Diámetro de frutos en el cultivar “Capistrano” en invernadero.

En el cultivar “Wonder 300”, al adicionar la cantidad de 25 mL L⁻¹ de agua del MP3 en el diámetro superior, éste tratamiento aventajó al de 12.5 mL L⁻¹ de agua del MP2 con 82 por ciento. En el diámetro medio cuando se incorporaron 7.5 mL L⁻¹ de agua del MP1, éste dominó en 80 por ciento al de 25 mL L⁻¹ de agua del MP3. En el diámetro inferior cuando se utilizó el mismo tratamiento en la misma variable, éste superó en 74 por ciento al de 25 mL L⁻¹ de agua del MP3 (Figura 21).

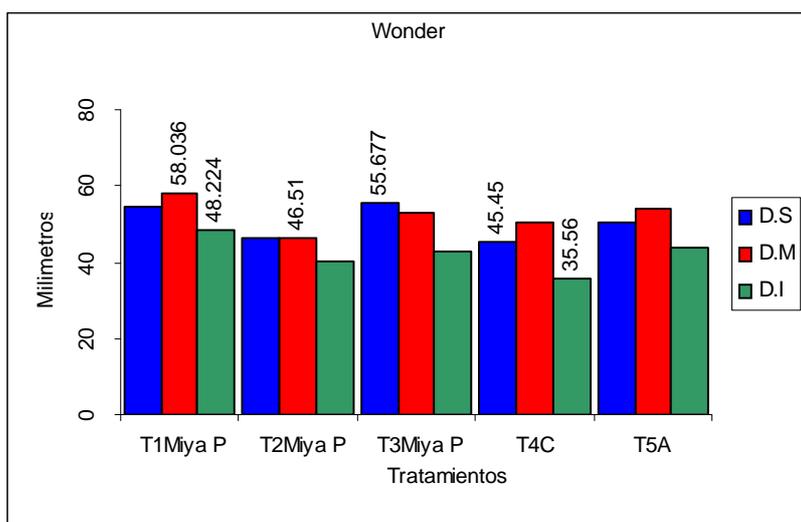


Figura 21: Diámetro de frutos en el cultivar “Wonder 300” en invernadero.

En la variedad “Jupiter”, al incorporar la cantidad de 12.5 mL L⁻¹ de agua del MP2 en el diámetro superior, éste tratamiento alcanzó al de 25 mL L⁻¹ de agua del MP3 en 75 por ciento. En el diámetro medio al agregar el mismo tratamiento en la misma variable, éste incrementó el valor en cuanto al de 25 mL L⁻¹ de agua del MP3, en 79 por ciento. En el diámetro inferior al usar agua, éste tratamiento rebasó a los de MP y K-tionic con 78 por ciento (Figura 22).

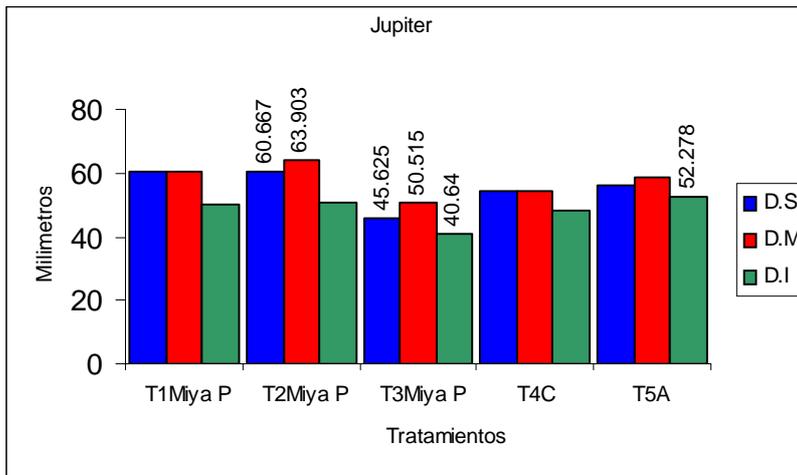


Figura 22: Diámetro de frutos en el cultivar "Júpiter" en invernadero

Firmeza de Fruto

En el cultivar "Capistrano", al adicionar la cantidad de 25 mL L⁻¹ de agua de K-tionic, en firmeza, éste tratamiento aventajó a los del MP con 70 por ciento. En la variedad "Wonder", cuando se añadió 12.5 mL L⁻¹ de agua del MP2, éste superó 79 por ciento. En la variedad "Jupiter", al agregar 7.5 mL L⁻¹ de agua del MP1, éste sobresalió en 85 por ciento más que el tratamiento de 12.5 mL L⁻¹ de agua del MP2 (Figura 23).

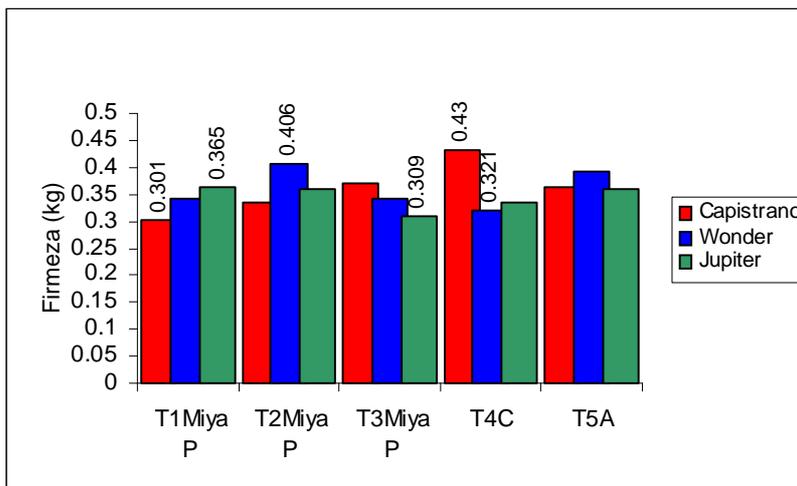


Figura 23: Firmeza de frutos de tres cultivares de chile pimienta morrón en invernadero.

Colores de Frutos

En la variedad “Capistrano”, al agregar la cantidad de 7.5 mL L^{-1} de agua del MP1 en el color de fruto, éste tratamiento rebasó en brillo (L^*) al de 25 mL L^{-1} de agua de MP3. En cuanto al color verde ($-a^*$) y en color amarillo ($-b^*$), éste mismo tratamiento, sobresalió ante los demás tratamientos, es decir, el color fue más oscuro, lo cual aunado a la consistencia obtenida, brinda mejor calidad y presentación del fruto que es lo que el mercado y consumidores demandan, comparando con el tratamiento donde se adicionó K-tionic 25 mL L^{-1} de agua lo que significa un color más claro (Figura 24).

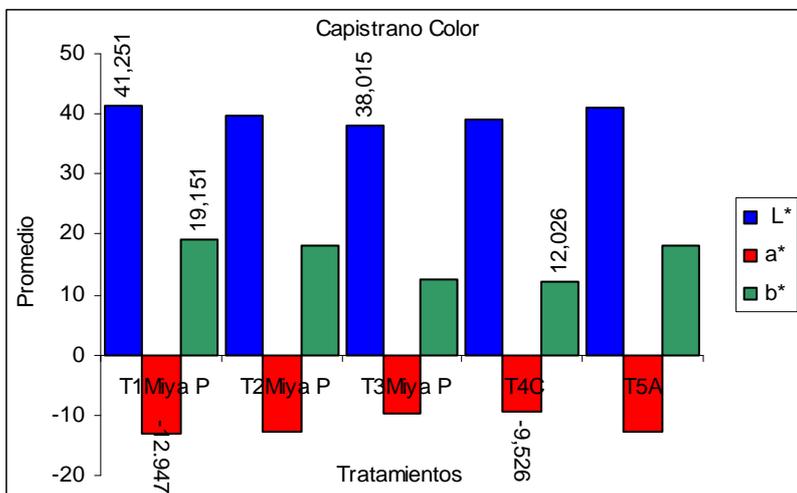


Figura 24: Color de la variedad “Capistrano” de chile pimiento morrón en invernadero.

En la variedad “Wonder 300”, al aplicar la cantidad de 12.5 mL L^{-1} de agua de MP2, en el color de fruto, éste tratamiento superó en brillo (L^*) al de 25 mL L^{-1} de agua del MP3. En color verde ($-a^*$) cuando se adicionó 25 mL L^{-1} de agua del MP3, éste tratamiento aventajó a los demás tratamientos. En color amarillo ($-b^*$) al usar 25 mL L^{-1} de K-tionic, rebasó a los del MP3, lo cual nos indica que en estos tratamientos el brillo, color verde y amarillo están más equilibrados (Figura 25).

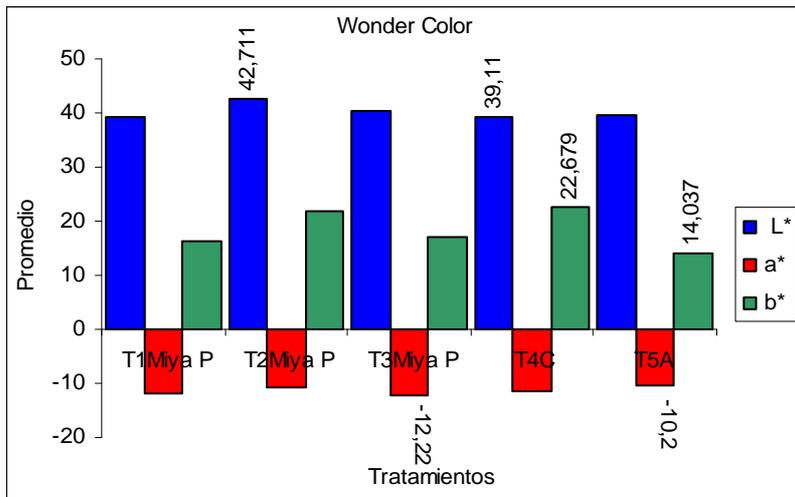


Figura 25: Color de la variedad “Wonder 300” de chile pimiento morrón en invernadero.

En el cultivar “Jupiter”, al adicionar la cantidad de 25 mL L⁻¹ de agua de MP3, en el color de fruto, éste tratamiento dominó en brillo (L*) a los otros tratamientos. En color verde (-a*) al utilizar 7.5 mL L⁻¹ de agua de MP1, éste superó al de 25 mL L⁻¹ de agua de MP3. En color amarillo (-b*), al añadir el mismo tratamiento, aventajó a los demás tratamientos. En resumen podemos decir que el tratamiento en la que se adicionó la cantidad de 25 mL L⁻¹ de agua de MP3 y en la que se aplicó la cantidad de 7.5 mL L⁻¹ de agua de MP1 presentó fruto de mejor brillo, color verde y amarillo (Figura 26).

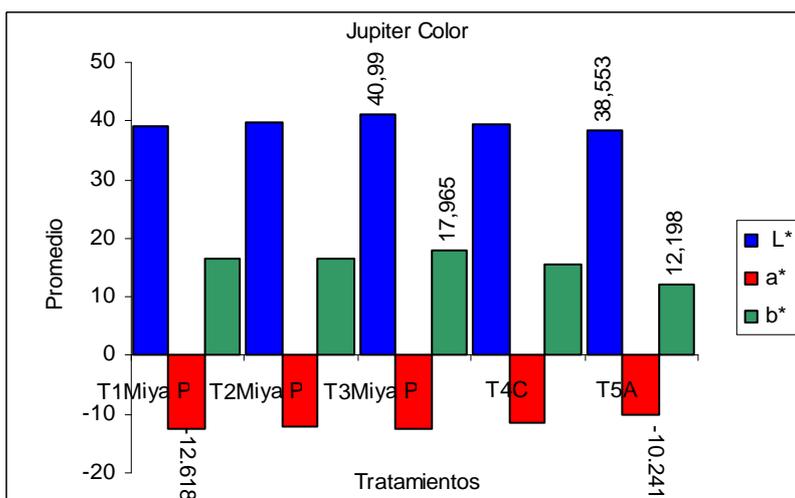


Figura 26: Color de la variedad “Júpiter” de chile pimiento morrón en invernadero.

A forma de discusión, se puede decir que en este trabajo experimental, el MP ejerció efecto positivo en el peso fresco y seco de tallo, se presentó mucha variación entre variedad y tratamiento, el cv. “Capistrano” respondió al MP2 con 25.95 gr de biomasa en tallo, seguido del cv. “Jupiter” con 21.75 gr en el mismo tratamiento comparando con los testigos el “Capistrano” tiene mejor peso, pero en peso seco es muy bajo (0.7 gr), el mejor corresponde al cv. “Jupiter” con un peso de 4.2 gr indicando que “Capistrano” retuvo mayor cantidad de agua que “Jupiter”.

En el peso fresco y seco de la hoja el comportamiento es muy diferente al esperado por que el testigo absoluto en las variedades “Jupiter” y “Capistrano”, superó a los tratamientos de MP y K-tionic.

El K-tionic, realizó efecto en el área foliar del cv. “Jupiter” con (966.38 cm²), mientras que en los cultivares “Capistrano” con (1629.82 cm²) y “Wonder 300” con (1390.84 cm²) lo hizo el testigo absoluto.

En la altura de plantas, la variedad “Wonder 300” con 26.376 cm con el tratamiento MP3 superó la variedad “Jupiter” con 25.916 cm con el tratamiento K-tionic con una mínima diferencia de 0.46 cm, estos realizaron el efecto positivo, y en la variedad “Capistrano”, con el testigo absoluto alcanzó 24.583 cm.

En el diámetro del fruto, en el caso “Capistrano” el mejor tratamiento es K-tionic, con diámetro superior 63.428 mm, diámetro medio 67.598 mm, diámetro inferior 53.394 mm; en el caso “Wonder 300” el mejor tratamiento es el MP (1-3), con diámetro superior 55.677 mm, diámetro medio 58.036 mm, diámetro inferior 48.224 mm; caso “Jupiter” el mejor tratamiento es el MP2 con diámetro superior 60.667 mm diámetro medio 63.903 mm diámetro inferior 52.278 mm. Los tratamientos MP (1-2) fueron mejores en “Wonder 300” y en “Júpiter”, sin embargo K-tionic tiene los mas altos diámetros.

En este parámetro el K-tionic fue mejor que los MP, sin embargo los MP sobresalieron en más variedades.

En firmeza del fruto, los cultivares se comportaron de la siguiente manera: el cv. “Capistrano” fue el mejor tratamiento con K-tionic (0.43 kg), seguido del cv. “Wonder 300” con MP2 (0.406 kg) y el cv. “Júpiter” con MP1 (0.365 kg).

El color verde mas intenso del fruto se encontró en el cv. “Júpiter”, con los tratamientos MP1 y MP3 ($L^* = 40.99$ $-a^* = -12.618$ $-b^* = 17.965$), seguido del cv. “Capistrano” con MP1 ($L^* = 41.251$ $-a^* = -12.947$ $-b^* = 19.151$) y por último el cv. “Wonder 300” con MP2 y MP3 ($L^* = 42.711$ $-a^* = -12.22$ $-b^* = 22.679$).

El Miyamino Pentatoato superó al K-tionic presentando un color más homogéneo e intenso adecuado a lo que el mercado demanda.

Los aminoácidos aún cuando estos son considerados fuentes de nitrógeno, no son este aspecto el que justifique su utilización, sino el efecto activador que produce sobre el metabolismo del vegetal al aumentar el crecimiento en tres cv. de chile pimiento morrón. En este trabajo experimental los resultados obtenidos no concuerdan con lo establecido por Facio (2003). Así como también en altura de planta no coincide con Estrada (2006) al evaluar pimiento morrón con aplicación de MIYAOrganic + 1L Miyaction/ 200 de agua. En peso fresco y seco de hoja y raíz tampoco coincide con lo encontrado con Espinosa (2003) al evaluar la aplicación de fertilizantes foliares mejorados con aminoácidos.

Unas de las razones por la que no se obtuvo respuesta positiva en esas variables pueden ser la variedad utilizada, condiciones del invernadero, factores ambientales, calidad de las semillas, el agua de riego.

CONCLUSIÓN

El aminoácido Miyamino Pentatoato, ejerció efecto positivo en el peso fresco y seco de tallo de los tres cultivares, en la altura de planta del cv. “Wonder 300”, en el diámetro del fruto de los cultivares “Wonder 300” y “Jupiter”, mientras que en el cv. “Capistrano” lo ejerció el K-tionic. En la firmeza del fruto de las variedades “Jupiter” y “Wonder 300” y en el color de los tres cultivares.

LITERATURA CITADA

Alexander, A. 1986. Optimum timing of foliar nutrient spray. In: Alexander, A. (ed). Pp. 44-60. Foliar fertilization. Martinus Nijhoff. Dordrecht, The Netherlands.

Abad, B., M. 1993. Sustratos. Características y propiedades. Curso Superior de Especialidades sobre Cultivos sin Suelo. FIAPA. Almería, España, Pp 47 – 61.

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

Anónimo 1999. La fertilización foliar con aminoácidos. Industria de agroquímicos (Plaguicidas e Insumos de Nutrición Vegetal). Año3, N° 8. Pp 23-24.

Arcos, C. G. Hernández, H. J., Uriza, A.D.E., Olivera 1998. Tecnología para producir chile jalapeño en la planicie Costera del Golfo de México Folleto técnico. No. 24. División agrícola. CIRGOC-INIFAP-SAGAR: pp. 205.

Asociación Mexicana de Productores de Hortalizas en Invernaderos (AMPHI), 2001. Análisis agropecuario de invernaderos. (En línea) <http://www.cea.sagar.go.mx/diagro/analisis/invermx.html> (consultado el 15 de abril).

Baños, A. S. Cabrera, F. P. Y Zapata, N. M. 1991. El Pimiento para Pimentón. Editorial Mundi-Prensa.

Black, et al. 1993. Enfermedades de Chile: Una Guía de Campo (Pepper diseases: A field Guide). Asian Vegetable Research and Development Center. Trad. Villaleon, B; Amador, J: M; Campos, M. AVRDC publicación no. 93-401.98 p.

Bolaños, H. 1991. Introducción a la olericultura. Editorial Universidad Estatal a distancia. San José Costarica.

Burgueño H. 1996. La fertilización en cultivos horticolas con acolchado plastico.Sexta edición. Ed. Grupo. Formatos, México. D. F.

Chávez Robles., C. 2003. Uso de aminoácidos en la agricultura. In: El Extensionista, boletín técnico informativo . Vol. 1 N° 1 Editor A. Kamara K. Saltillo, Coahuila México.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1993. Guía para el Manejo Integrado de Plagas del cultivo de Chile dulce. 1993. Programa de mejoramiento de cultivos tropicales. Turrialba.168 p.

Caseres, E. 1981. Producción de Hortalizas. 3 ed. 1°. Reimpresión, IICA, San José Costa Rica. Pp 107-117.

Castaños C. M. 1993. Horticultura Manejo Simplificado. Edición de la Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Doorenbos y Pruitt, 1986.Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO: riego y drenaje.

Eibner, R. 1986. Foliar fertilization, importance and prospects in crop production. pp. 3-13. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical. División. Berlín. 1985.

Espinosa, Ramos, S. 2003. Aplicación de Fertilizantes Foliare Mejorados con Aminoácidos en Plantas de Chile Pimiento Morrón. Bajo Condiciones de Invernadero. U. A. A. N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Estrada Huerta J. 2006. Fertilización Orgánica en la producción de Tres Cultivares de Pimiento Morrón (*Capsicum annum L.*) con Aplicación de MIYA Organic Bajo Condiciones de Invernadero.

Facio, C. M. E. 2003. Efecto de Aminoácidos y Ácido Salicílico en Plántulas de Chile (*Capsicum annum L.*) y tomate (*Lycopersicum esculentum Mill.*) Bajo Estrés Hídrico. tesis de Maestría. Departamento de Horticultura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Fregoni, M. 1986. Some aspects of epigeal nutrition of grapevines. Pp. 205-211. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin y Boston, MA.

FAO, 1999. Faostat Data Base Results, información de FAO <http://fao.org>.

García M. E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen. 2ª Edición. México. UNAM. P 13-51.

García R. R. 2001. Fertilizantes de uso especial: quelatos, aminoácidos, ácidos húmicos, correctores de salinidad. In: Suelo y Nutrición Mineral.

George, R. A. T. 1989. Producción de semillas de plantas hortícolas. Ed. Mundi-prensa, Madrid, España. Pp 234.

Gómez, A. Y G. Honty. 1997. Agricultura Sustentable: Ajuste Tecnológico o Nuevo Paradigma.

Gooding, M. J. y W. P. Davies. 1992. Foliar urea fertilization of cereals: A review. Fert. Res. 32: 209-222.

Guekov, G. 1983. Fundamentos de la Horticultura Cubana. Editorial Pueblo y Educación. La Habana Cuba.

Heladio Linares Ontiveros 2004. El Cultivo de Pimiento Morrón.

http://www.sra.gob.mx/internet/informacion_general/programas/fondo_tierras/manuales/Cultivo_pimiento_morrón.pdf

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

INIA-SARH. 1982. Taxonomía y distribución de los chiles cultivados en México. N0 15. México.

Jarén, C. Maturity, variety and origin determination in white grapes (*Vitis Vinifera* L.) using near infrared reflectance technology. *J. Near Infrared Spectroscopy* 13: 349-357.

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.

Kvesitadze, G. 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

Lamas, N. M. A. 2003. Perspectivas de la Red de Chile. Dirección de Análisis de Cadenas Productivas y Servicios Técnicos Especializados. Folleto Técnico FIRA. México. D. F. pp. 2-6.

Liñan, L. M. 2001. Incidencia de Sustancias Húmicas Comerciales sobre Microorganismos del Suelo. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.

Medina, E.J.A. 1984. Guía para Producción de Habanero en la Zona Henequenera.

Moroto, J.V. 1983. Horticultura Herbácea Especial. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España.

Maroto, B. J. V. 1989. Horticultura. Herbácea Especial. Ed. Mundi- Prensa. Madrid. 566 p.

Mendoza, H. J. M. 1983. Diagnóstico Climático para la zona de Influencia inmediata a la U. A. A. A. N. Pp. 1-5.

Parrota, J. 1991. Effect of an organic bioestimulant on early growth of Casuarina equisetifolia, Eucaliptus tereticornis, Leucaena leucocephala and Sesbania sesban in Puerto Rico. 52p.

Pérez, G. M., Márquez, S. F., Peña, L. A. 1997. Mejoramiento genético de hortalizas. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Restrepo, J. 1998. Abonos orgánicos fermentados: experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil. Corporación educativa para el Desarrollo Costarricense. San José Costa Rica. 73p.

Rodríguez, J. L. 2001. Análisis de la producción de chiles y pimientos. Revista Productores de Hortalizas. Publicaciones periódicas, julio. Año 10, No. 7. México, D. F. pp. 40-46.

Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 1998. (SAGARPA, 1998).

Sánchez, L. A. 1995. Apuntes de curso de producción de hortalizas de clima calido. Maestría en horticultura U.A.A.A.N., Saltillo, Coahuila, México.

Sánchez, L. A 1999. Comparación de dos técnicas de acondicionamiento de semillas y sus efectos sobre la conducta germinativa del pepino, pimiento y tomate. *Cultivos Tropicales* 20: 51-56,

Sánchez G., D.1999. Funciones química y física de los ácidos y fúlvicos en la fertilización. *Industria de agroquímicos (Plaguicidas e Insumos de Nutrición Vegetal)*. Año 3, N° 7 Pp26-27.

Santiago, J. 2000. Manejo Integral de Formulaciones. *Revista Productores de Hortalizas*. Publicación Periódica, septiembre. Año 9, No.9. México, D. F. pp. 10-14.

SARH, 1994. Revista informativa "Hortícolas y Ornamentales", Dirección General de Política Agrícola. México. D. F.

Sobrino, I. E. y V. E. Sobrino, 1989. *Tratado de Hortaliza Herbácea*, 1- Hortalizas de Flor y Fruto. Primera Edición. Editorial AEDOS-BARCELONA España.

Steta, M. 1999. Status of the greenhouse industry in México. *Acta Hort.* 481: 735-738.

Stevenson. F. J. 1994. *Humus chemistry: genesis, composition, reactions* wiley and sons, New York, NY.

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

Tisdale S., L y W. L. Nelson 1991. Fertilización Foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra* 17: 247-255.

Valadez, L., A. 1996. *Producción de Hortalizas*. Quinta Reimpresión. Editorial Limusa. México D. F.

Valadez L., A. 1997. Producción de Hortalizas. Editorial limusa, S. A de C. V Grupo Noriega Editores. 1ª Reimpresión. México. Pp 36-274.

Valdés, R. 1985. Estudio fenológico de la U. A .A .A. N en el área correspondiente a Buenavista, Saltillo, Coahuila. Tesis de Licenciatura UAAAN.

Zapata, et al., 1992. El pimiento para pimentón, Madrid, España,. Editorial Mundi-prensa, 240p.