

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”



**Evaluación de los fertilizantes foliares Mastergrow y Arco iris,
en pimiento morrón (*Capsicum annum L.*) tipo Bell bajo condiciones de
invernadero.**

Por:

ABENAMAR JORDAN ZUÑIGA ALVAREZ.

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2002

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de los fertilizantes foliares Mastergrow y Arco iris,
en pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de
invernadero.

Realizada por:
ABENAMAR JORDAN ZUÑIGA ALVAREZ.

TESIS
Que Somete A Consideración Del H. Jurado Examinador
Como Requisito Parcial Para Obtener El Título De:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por:

Ing. José Angel de la Cruz Bretón
Presidente del Jurado

M.C. Antonio Rodríguez Rodríguez
Asesor

Lic. Emilio Padrón Corral
Asesor

M.C. Carlos I. Suárez Flores
Suplente

M.C. Reynaldo Alonso Velásco
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Mayo del 2002

DEDICATORIA.

A DIOS:

Por haberme permitido terminar con mis estudios, al mismo tiempo por haberme dado la dicha de lograr esta meta que es muy importante en mi vida.

Especialmente dedico este trabajo, con todo cariño y respeto a mis padres, ya que de ellos obtuve un cariño sincero y honesto ante todas las cosas:

Sra. Filomena Dolores Alvarez Gómez

Sr. José Zuñiga Pérez

También dedico con todo cariño y aprecio a mis hermanitos que fueron una escalerita para salir adelante, con orgullo y con la cara en alto.

Elizabeth Zuñiga Alvarez

Maygualida Zuñiga Alvarez

José Adín Zuñiga Alvarez

Arbey de Jesús Zuñiga Alvarez.

Hago esta dedicación a mis cuñados Marcial y Agustín, así como también a mis sobrinas:

Yorleni

Bertha Lidia y “La negrita”

Tengo la oportunidad de brindar y dedicar este trabajo a mi esposa Lidia Monserrat por haberme acompañado en las buenas y en las malas durante toda la carrera, y también por haberme brindado su apoyo en este trabajo. Sobre todo lo dedico al fruto de nuestro amor y que además llenó de alegría nuestra vida, a mi hija Cristel Kassandra Zuñiga Flores.

De la manera más cordial y honesta dedico este trabajo por sus consejos y la ayuda que me han brindado a la familia Flores Torres

Sra. Ma. Magdalena Torres Castañeda

Sr. Ramiro Silva Martínez

Alberto Flores Torres

Nancy Ma. Flores Torres.

A mis abuelos por un ejemplo de nuestras vidas con afecto:

Sra. Filomena Gómez Ordoñez

Sr. Cornelio Alvarez Anzueto

Sin faltar a mis tíos, primos y amigos que han sido las personas de quien yo obtuve algunos consejos y que además pudimos convivir como una familia.

Ing. Víctor Alejandro Alvarez Ortíz

Ing. Samuel de Jesús Alvarez

Prof. Roger Eli Toala Gómez

Ing. Gerardo Vazquez Gómez

Anabey Toala Gómez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios nuestro señor, por haberme conducido por un buen camino durante toda mi vida y por haberles brindado a mis padres y mis hermanos el pan de cada día. Y por permitirme culminar con éxito mi carrera.

Al Ing. José Angel de la Cruz Bretón por su colaboración en este trabajo de tesis y por la aportación de sus conocimientos. Así mismo por la confianza y amistad que me brindó.

Al Ing. Antonio Rodríguez Rodríguez por el gran entusiasmo e interés mostrado en el desarrollo de la presente trabajo.

Al Lic. Emilio Padrón Corral por su valiosa participación en la revisión de esta investigación y por su apoyo en la parte estadística.

Al M.C. Carlos I. Suárez Flores por su participación como asesor suplente.

Al M.C. Alberto Sandoval Rangel por haber aportado la semilla con la que se realizó el presente trabajo.

A los trabajadores del invernadero, por su amistad e interés que dedicaron en el trabajo de campo. Enrique García Muñiz, Leonardo Acosta Méndez y Jesús Ma. De Leon Prado.

A mis maestro y a la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro quienes me formaron y brindaron un techo donde cobijarme y realizarme como todo un profesionalista para poder enfrentar todos los problemas de la vida.

INDICE DE CONTENIDO.

	Página
DEDICATORIA -----	i
AGRADECIMIENTOS -----	iii
INDICE DE CONTENIDO -----	v
INDICE DE CUADROS -----	vii
INDICE DE FIGURAS -----	viii
RESUMEN -----	ix
I.- INTRODUCCIÓN -----	1
➤ Objetivos -----	3
➤ Hipótesis -----	3
II.- REVISION DE LITERATURA -----	4
➤ Clasificación Taxonómica -----	4
➤ Descripción Botánica -----	5
➤ Requerimiento Climático Para Su Desarrollo -----	7
➤ Requerimiento De Suelo -----	8
➤ Importancia Nutricional -----	9
➤ Tipos De Pimiento -----	11
➤ Plagas Y Enfermedades -----	12
➤ Fertilización -----	13
➤ Invernaderos -----	13
➤ Ventajas Del Uso De Los Invernaderos -----	14
➤ Desventajas Del Uso De Los Invernaderos -----	14
➤ Control De Los Factores Ambientales En El Invernadero -----	15
➤ La Fertilización Foliar -----	18
➤ Tipos De Fertilizantes Foliare -----	22
➤ Métodos De Aplicación -----	24
➤ Ventajas Y Limitaciones De Los Fertilizantes Foliare -----	24
➤ Factores Que Afectan La Absorción Foliar -----	25
➤ Importancia de los Coadyuvantes -----	31

➤ Surfactantes -----	31
➤ Adherentes -----	32
III.- MATERIALES Y METODOS -----	33
➤ Ubicación Geográfica -----	33
➤ Materiales -----	34
➤ Metodología -----	36
➤ Descripción De los tratamientos -----	37
➤ Diseño Experimental -----	37
➤ Variables Evaluadas -----	38
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES -----	40
➤ Área Foliar -----	40
➤ Número De Frutos Por Planta -----	42
➤ Número De Flores -----	43
➤ Número De Frutos -----	43
➤ Peso Del Fruto -----	43
➤ Diámetro Ecuatorial Del Fruto -----	44
➤ Diámetro Polar del Fruto -----	45
V.- CONCLUSIONES -----	48
VI.- LITERATURA CITADA -----	49

INDICE DE CUADROS.

	Página
Cuadro 1 Composición nutritiva en 100 g de pimiento crudo -----	9
Cuadro 2 Tipos de variedades de chile tipo Bell -----	10
Cuadro 3 Exigencia de temperatura dentro del invernadero para diferentes especies-----	15
Cuadro 4 Tipos de fertilizantes foliares, dosis y modo de aplicación. -----	23
Cuadro 5 Análisis de Varianza para la variable área foliar -----	40
Cuadro 6 Medias de la variable área foliar -----	40
Cuadro 7 Análisis de varianza para la variable frutos por planta -----	42
Cuadro 8 Medias de número de frutos por planta -----	42
Cuadro 9 Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial -----	44
Cuadro 10 Medias del diámetro ecuatorial del fruto -----	44
Cuadro 11 Análisis de varianza para la variable diámetro polar -----	45
Cuadro 12 Medias del diámetro polar del fruto -----	46

INDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 5.1 Comparación de medias (DMS) para la variable área foliar -----	41
Figura 5.2 Comparación de medias (DMS) para la variable número de frutos por planta -----	43
Figura 5.3 Comparación de medias (DMS) para la variable diámetro ecuatorial del fruto -----	45
Figura 5.4 Comparación de medias (DMS) para la variable diámetro polar del fruto. -----	46

RESUMEN

México es uno de los principales centros de origen del género *Capsicum annuum* y además ha constituido una dieta importante en la alimentación de nuestro país, ha tomado un auge bastante importante a nivel mundial. Esta hortaliza puede consumirse ya sea en fresco o en seco, por otro lado se ha tratado de mejorar y sacar nuevas variedades e híbridos, para poder obtener rendimientos más altos, y así poder satisfacer la demanda nacional y la de exportación de Chile.

En el presente trabajo, nos propusimos eficientar el uso de fertilizantes y poder tener mejores resultados en las aplicaciones ya sea aplicándolos al suelo o bien mediante fertilización foliar; tomando en cuenta que cuando se hace la aplicación al suelo, las plantas compiten con malas hierbas, por eso se optó por llevar o realizar una fertilización foliar, en donde no se tuviera competencia de absorción de los nutrientes y que además tuviera una mayor y mejor asimilación de los mismos pudiendo con esto corregir de forma inmediata las deficiencias nutricionales en las plantas.

En esta investigación trabajamos con dos fertilizantes foliares que son: el Mastergrow y el Arco iris tratando de satisfacer la demanda nutricional del pimiento morrón y poder así demostrar cual de los fertilizantes nos da mejores resultados para cubrir deficiencias y al mismo tiempo, ver cual es más eficiente para aumentar la producción, obteniendo con esto mayor calidad del fruto que puedan competir en el mercado de exportación.

Por último podemos mencionar que los fertilizantes foliares utilizados pueden intervenir en el diámetro polar y ecuatorial de los frutos para obtener mayor calidad del fruto. Podemos concluir que el uso de los fertilizantes foliares puede hacerse como un complemento de la fertilización al suelo.

I. INTRODUCCIÓN.

Unos de los productos con mayor tradición en nuestro país es el cultivo de chile, que junto con el maíz y el frijol han constituido durante varios siglos una importante fuente de alimentación en México. El chile pertenece al género *Capsicum annuum* la especie domesticada por los mesoamericanos, permitiendo con ello la expansión de este en sus diversos tipos.

Nuestro país es la región del mundo donde no sólo se consume el mayor porcentaje de chile en fresco y quizás también en seco, si no que también posee el mayor número de variedades, las cuales dependen de la región así como de la cultura productiva y del consumo (<http://www.inegi.gob.mx>).

Es posible distinguir que en la zona del Golfo de México destacan los tipos o subtipos de chile jalapeño y serrano; en el Bajío predominan los chiles secos como el ancho, pasilla y mulato; en la mesa central el poblano, serrano, carricillo; en el pacífico norte el pimiento Bell, Anaheim, Caribe y Fresno; mientras que en el sur aparece nuevamente el jalapeño, pero ahora combinados con otros tipos más locales como lo son el costeño y el habanero *Capsicum chinensis*.

Dentro de los principales estados que tienen mayor superficie cosechada destaca el estado de Chihuahua con 17,456 has; seguido por el estado de Sinaloa con 16,337 has, y en un tercer lugar lo ocupa el estado de Zacatecas con 9,426 has (<http://www.inegi.gob.mx>). Con respecto a la producción comercial de chile, el estado que tuvo la mayor producción fue el estado de Chihuahua con una producción total de 382,952 ton, al mismo tiempo Sinaloa ocupó un segundo lugar con 295,643 ton. Manteniendo en producción en nuestro país con una producción de 106,435 ton (SIACOM Y SAGARPA, 2000). Las entidades federativas que tuvieron mayor valor en pesos de su producción, el estado que destacó fue Sinaloa con un valor de la producción de \$1'037,970,709, seguido por el estado de Chihuahua con un valor de producción \$ 869,879,025, no quedándose atrás el estado de Zacatecas que también destacó por su valor en la producción con \$432,841,074.

La mayor parte de las entidades federativas del país, no pueden competir en el mercado internacional en la producción de algunas hortalizas y también de chile, esto debido a la falta de tecnología y de organización que muestran la mayoría de los productores así también por razones económicas. Por este motivo se optó por realizar el presente trabajo, para poder demostrar que se puede producir en poco espacio y con condiciones controladas, por lo que una opción para el desarrollo de los cultivos es el uso de invernaderos y los podemos encontrar desde los más sencillos hasta los más sofisticados. Por lo que podemos controlar el desarrollo óptimo de las plantas y algunos factores fundamentales como por ejemplo control de plagas y enfermedades;

eficientándose el uso de los fertilizantes. Cabe mencionar que es posible producir a campo abierto con excelentes rendimientos siempre y cuando se tenga un control adecuado de todas las labores culturales, nutricionales y fitosanitarias. Uno de los principales problemas que enfrentan los productores y sobre todo la cuestión nutricional, ya que algunas veces se invierte demasiado en la fertilización al suelo ya que es más tardado en su acción para ser asimilado por las plantas; por esta razón cuando existen deficiencias nutricionales, se deben corregir inmediatamente por lo que se recomendaría lo más pronto posible una fertilización foliar ya que está actúa de inmediato en la asimilación de los nutrientes, por esta razón se llevo acabó la presente investigación con el uso de fertilizantes foliares para dar a conocer una opción más de cómo poder cubrir las deficiencias nutricionales de los diferentes cultivos, y tener un gasto más económico que nos permita producir al más bajo costo.

OBJETIVOS

Comparar la respuesta del cultivo del pimiento *Capsicum annuum* a las aplicaciones de los fertilizantes foliares Master Grow y Arco iris.

HIPOTESIS

La aplicación de al menos uno de los fertilizantes foliares aumentan la producción y calidad del chile pimiento.

II. REVISION DE LITERATURA

Capsicum sp. conocido popularmente con el nombre de chile, ajin, pimiento, chilli, etc.; es una especie nativa del nuevo mundo teniendo su origen en mesoamérica y se le considera específicamente como centro primario de origen el sur de México y Guatemala (Hersier citado por Simmonds, 1979).

Evidencias arqueológicas, han permitido estimar la planta de este cultivo se ha manejado desde el año 7,000 al 2,555 a. C., en las regiones de Tehucán, Puebla, y Ocampo, Tamaulipas. Posteriormente, fue tal la importancia que alcanzó este producto, que rebasó al ámbito de lo alimenticio, jugando un papel importante y fundamental en lo económico, al convertirse en uno de los productos más solicitados como tributo, en las diversas culturas indígenas. Con la llegada de los españoles este producto se extendió al mundo entero, pasando a formar parte de la cocina mundial (Claridades, 1999).

CLASIFICACION TAXONOMICA.

El cultivo del chile se clasifica (Janick, 1995) de la siguiente forma:

Reino: vegetal

División: Tracheopyta.

Subdivisión: Pteropsidae.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Dicotyledonae.

Orden: Solanaceae.

Género: *capsicum*.

Especie: *annum*

DESCRIPCIÓN BOTANICA.

Raíz

El sistema de raíces es muy ramificado y veloso. La raíz primaria es corta y bastante ramificada. Algunas raíces llegan a profundidades de 70 hasta 120 cm y lateralmente se extiende hasta 120 cm de diámetro alrededor de la planta. La mayor parte de las raíces está situada a una profundidad de 5 a 40 cm en el suelo (Pérez,1997).

Tallo

El tallo es cilíndrico o prismático angular el cual crece desde 30 hasta 120 cm de altura; según las características de la variedad. Las plantas tienen tallos erectos, semileñosos y ramificados de color verde oscuro. A partir de la horqueta primaria emite de dos a tres ramificaciones (dependiendo de la

variedad), sus flores color blanco, se localizan en la inserción de las hojas, formando frutos en forma variada; pared carnososa (Pérez,1997).

Follaje

Las hojas son lampiñadas y lanceoladas, con un ápice muy pronunciado, pecíolo largo y poco aparente. El haz es lizo y suave al tacto de color más o menos intenso y brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja, como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las nervaduras secundarias son pronunciadas y llegan al borde de las hojas (Pérez,1997).

Flores

Las flores son sencillas, axiales y terminales de pétalos blancos o de color púrpura; los pedicelos miden más de 3 cm de longitud y el cáliz es acampanulado ligeramente dentado de aproximadamente 2 mm de longitud, generalmente alargado cubriendo la base del fruto; la corola es rotada acampanada, dividida en cinco o seis partes, miden de 8 a 15 mm de diámetro, es blanca verdusca, con 5 ó 6 estambres insertados cerca de la base de la corola. Las anteras son angulosas longitudinalmente; el ovario es bilocular pero a menudo presenta varios lóculos; y el estilo es simple, de color blanco o púrpura, el estigma es capitado. La polinización es autógama, aunque presenta un porcentaje de alogamia que no supera el 10% (Pérez, 1997).

Fruto

Es una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar hasta más de 500 gramos. Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica con disposición central. Son redondeadas, ligeramente arriñonadas, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 centímetros (<http://www.infoagro.pimiento.com.mx>).

Se señala que el fruto del chile pimiento morrón se compone: pericarpio; endocarpio y de las semillas. El pericarpio tiene un espesor de 1-2 hasta 6-8 mm y se forma mejor cuando la mayor parte de los óvulos están fecundados (Pérez, 1997).

Requerimientos climáticos para su desarrollo.

El pimiento morrón es una planta que requiere más calor que el tomate y menos que la berenjena, la planta no desarrolla a temperaturas menores de 15°C y necesita una temperatura para la germinación de la semilla de 20 a 25°C. En su crecimiento vegetativo durante el día requiere temperaturas entre 20 y 25°C y durante la noche de 16 a 18°C. En el período de floración y fructificación las condiciones óptimas de temperatura en el día es de 26 a 28°C y por la noche de 18 a 20°C (Guenkov, 1983).

Como toda hortaliza de fruto, el chile es de clima cálido, por lo cual no resiste heladas o temperaturas bajas ($<10^{\circ}\text{C}$) se puede presentar un aborto de botones y/o flores. Y a temperaturas de entre 32°C a 35°C , específicamente en las especies de fruto pequeño, el pistilo (estigma) crece más largos que los estambres que no hayan abierto antes que las anteras (heterostilia) fenómeno que provoca la polinización cruzada (Montero, 1993).

Requerimientos de suelo.

El chile morrón es una hortaliza que tolera la acidez con valores de ph entre 5.5 a 6.8, al mismo tiempo tolera un alto porcentaje de salinidad 2560 a 6400 ppm (Maroto, 1983).

Se señala que el chile puede producirse en suelos livianos o pesados, profundos, con buena aireación, y con un buen drenaje (Maroto, 1983).

El pimiento morrón puede cultivarse exitosamente en distintas clases de suelos, sin embargo para un buen desarrollo exige un suelo con buena estructura y fertilidad por lo que los rendimientos pueden ser altos y de mayor calidad, cuando los suelos sean profundos y de buena calidad física (Lara, 1993).

Importancia Nutricional.

Las especie de pimiento destacan por su alto contenido de ácido ascórbico, que es superior al de los cítricos y presenta un valor diez veces más alto en su contenido de vitamina A. En la placenta presentan glándulas o receptáculos ricos en coloides (capsipides), entre los que prevalecen la capsicina que determina el grado de pungencia del fruto (Cano, 1998).

Cuadro 1. Composición nutritiva en 100gr de pimiento crudo.

Componente	Cantidad	Componente	Cantidad
Agua	93%	Sodio	10.80 g
Carbohidratos	5.40 g	Vitamina A	526 UI**
Proteína	1.35 g	Tiamina(B1)	0.08 mg
Calcio	5.40 g	Riboflavina(B2)	0.05 mg
Fósforo	21.60 g	Niacina	0.54 mg
Fierro	1.20 g	Acido Ascorbico	128 mg
Potasio	194 g	Valor energético	127 Cal.

*La unidad internacional (UI) es equivalente a 0.3 mg de vitamina "A" (Cano, 1998).

Cuadro 2. Tipos de variedades de chile tipo Bell

Variedad	Días/maduración	Color	Longitud por diámetro	Conformación del fruto	Tamaño de la planta.
Baron	70-72 precoz	Amarillo claro a rojo brillante	10x8.9cm	3-4 lóbulos	50-55cm
Bell Boy	70-72 precoz	Verde obscuro rojo	11x9cm	3-4 lóbulos	52-61cm
Bell Captain	73-76 intermedia	Verde a rojo.	11x9cm	4 lóbulos	61-71cm
Golden Bell	68-72 precoz intermedia	Verde claro o dorado profundo	9x9cm	3-4 lóbulos	50cm
Gator Belle	65-70 precoz	Verde	11x9cm	3-4 lóbulos	61-66cm
Mayata	70-73 intermedia	Verde a rojo	15x8cm	3-4 lóbulos	61-71cm

Fuente: Royal Horticultural Society, 1986.

Los frutos de los pimientos tipo “Bell”, están completamente libres del compuesto pungente, “capsicina”, pero algunos tipos de chiles en ocasiones lo pueden tener, específicamente cuando la planta está desarrollada bajo condiciones adversas, tales como: bajo contenido de humedad en el suelo (Royal Horticultural Society, 1986).

Las plantas del pimiento tipo “Bell” son anchas y de porte alto, con hojas grandes y tallos gruesos y producción de fruto grande (cerca de 120 g) con una

pulgada de grueso y de alta calidad. El braceo de la planta es muy limitado debido a los frutos grandes que produce. Las frutas tienen la forma de campana, con 3 ó 4 lóbulos, son de color verde brillante y liso. Algunos de los cultivares más comunes son: “California Wonder” y “Lager Bell” (Royal Horticultural Society, 1986).

Tipos de pimiento

a) Pimiento de carne fina: tipo italiano, normalmente se consume frito. Los frutos son alargados y puntiagudos, y tienen de dos a tres lóculos y normalmente se recolectan en verde o iniciando el viraje en rojo, dependiendo del mercado. La planta es de porte erguido, abierto y con tallos delgados, que requieren de un buen entutorado o sistema de conducción, tolera bajas temperaturas y es muy precoz.

b) Pimiento de carne gruesa de forma alargada: con 3 a 4 lóculos. Existen cultivares y/o híbridos en el mercado con madurez en rojo o en amarillo, si bien ambos tipos pueden recolectarse en verde, antes de su madurez fisiológica, lo cual presenta una doble alternativa para su venta, dependiendo del mercado.

c) Forma cuadrada, también conocidos como rojo o California, de longitud y anchura prácticamente iguales. Al igual que el tipo anterior, existen con madurez en rojo y en amarillo (Royal Horticultural Society, 1986).

Plagas Y Enfermedades.

El cultivo del chile es afectado por varios insectos plaga, de los cuales presentamos los más importantes.

Plagas	Daño	Control
Mosca Blanca (Bemisia tabaci)	Transmisora de virus	Folimat a una dosis de 15 g/L
Picudo del chile (Anthonomus Eugeni)	Caída de los frutos	Lorsban
Minador (Liriomisa munda)	Forma galerías en las hojas	Trigar a una dosis de 7 g/L

<http://www.eumedia.es/articulo/vr/Hortfirut/n83cultivopimient.html>

En el manejo fitosanitario para el cultivo del chile es importante tener un adecuado control en enfermedades como las que a continuación se mencionan.

Enfermedad	Daño	Control
Alternaria (tizón Temprano)	Podredumbre de frutos	Manzate
Botrytis (Moho gris)	Ataca órganos vegetativos frescos	Antracol 70 WP
Uncinola sp. (Cenicilla)	Ataca principalmente las hojas	Antracol 70WP

Fuente: <http://www.eumedia.es/articulos/vr/Hortfirut/n83cultivopimient.html>

FERTILIZACION.

Se recomienda la fertilización: como abonado de fondo 30-40 ton/has de estiércol; 100 kg/ha de N; 90-150 kg/ha de $P_2 O_5$; 200-300 kg/ha de K_2O . Después de cobertura y sobre todo en cultivo forzado puede añadirse 150-200 UF de N durante el ciclo vegetativo (Morotó, 1983).

Para la fertilización en el estado de Coahuila, se recomienda aplicar la fórmula 100-50-00 para el chile morrón y pasilla (Morotó, 1983).

Invernaderos

Son construcciones desarrolladas con la finalidad de producir cultivos fuera de época, dando buenos rendimientos y mejorando la calidad, ya que la instalación debe cumplir ciertas condiciones, para la protección del cultivo (Romero, 1988).

También se ha definido como una construcción de madera, de hierro o de otro material, con cubierta de cristal, provista por lo general de calefacción que a veces esta iluminado artificialmente donde se puede cultivar hortalizas, flores y plantas verdes, en donde la temperatura, luz y otros factores sean suficiente para su crecimiento y fructificación (Baixauli,1996).

Ventajas del uso de los invernaderos.

Dentro de las ventajas que se obtienen con el desarrollo y producción de plantas dentro del invernadero, se tiene (Castillo,1992):

- Precocidad.
- Obtención de 2-3 cosechas al año.
- Aumento en el rendimiento.
- Obtener cosechas fuera de época.
- Frutos de mayor calidad.
- Ahorro de agua.
- Mejor control de plagas y enfermedades.
- Siembra de híbridos y variedades de mayor rendimiento.
- Obtener mejores ganancias.

Desventaja del uso de los invernaderos.

Unas de las desventajas principales lo constituye el costo de inversión inicial ya que esta es una necesidad más importante para desarrollar tecnología debido a la escasez de recursos que presentan los campesinos y agricultores (Hanan et al., 1978).

Control de los factores ambientales en el invernadero.

Temperatura (°C).

Se menciona que este factor influye de manera decisiva en los procesos fisiológicos de las plantas. Las mejores temperaturas para el desarrollo y un mejor proceso fisiológico como el de la fotosíntesis, respiración, traslocación y transpiración las cuales se dan a una temperatura de 25° a 30°C (Quezada, 1989).

Cuadro 3. Exigencia de temperatura dentro de invernadero para diferentes especies.

Factor	Tomate	Pimiento	Berenjena	Pepino	Melón	Sandía
T°C Mínima letal	0-2	-1	0	-1	0-1	0
T°C Mín. Biológica	10-12	10-12	10-12	10-12	13-15	11-13
T°C Optima	13-16	16-18	17-22	18-18	18-21	17-20
T°C Max. Biológica.	21-27	23-27	22-27	20-25	25-30	23-28
T°C Máxima Letal	33-38	43-35	43-53	31-35	33-37	33-37

Fuente: <http://www.infoagro.com/industriaauxiliar/controlclimatico2.asp>

Humedad relativa.

La humedad relativa es definida como la cantidad de agua contenida en el aire, en relación con la máxima que sería capaz de contener la misma temperatura(Quezada,1989).

La humedad ambiental idónea para algunos cultivos como tomate, pimiento morrón es de 50-60%; en melón entre 60-70%. Ya que este factor modifica el rendimiento final, cuando tenemos una humedad relativa excesiva la planta reduce su transpiración, disminuye su crecimiento se provoca aborto de flores (Quezada,1989).

Se señala que al aumentarse la temperatura, la humedad relativa disminuye, teniendo que suplir esta disminución con evaporación (Quezada, 1989).

Las plantas que tienen una mayor área foliar requieren mayor cantidad de agua. Por lo que conviene que la humedad ambiente sea de un 75% (Alpi y Lognon, 1975).

Iluminación.

Con iluminación dentro del invernadero tenemos como consecuencia un aumento de la temperatura, la humedad relativa y el CO₂, con los cuales tenemos mayor eficiencia fotosintética, ya que de lo contrario con poca luz tendríamos problemas en el proceso de la fotosíntesis que es realizada por las hojas. (<http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento5.asp#inicio>).

Dióxido de carbono (CO₂)

En invernadero, especialmente si las condiciones de ventilación no son óptimas la reducción del contenido de CO₂ del aire (respecto al exterior, que es de aproximadamente de 340 ppm) es deseable evitarla, especialmente en condiciones de alta radiación. Limitar la reducción de CO₂ mediante una ventilación más eficiente es objetivo deseable en los invernaderos. El enriquecimiento de la atmósfera del invernadero con CO₂, es muy importante en la mayoría de los cultivos. La concentración normal de CO₂ en la atmósfera es del 0.03%. Este índice debe aumentarse a límites de 0.1-0.2%, cuando los demás factores de la producción vegetal sean óptimos, si se desea el aprovechamiento al máximo de la actividad fotosintética de las plantas. Las concentraciones superiores al 0.3% resultan tóxicas para los cultivos. En los invernaderos que no se aplique anhídrido carbónico, la concentración de este gas es muy variable a lo largo del día, alcanzando el máximo de la concentración al final de la noche y el mínimo en las horas con máxima luz que coinciden con el mediodía. En un invernadero cerrado por la noche, antes de que se inicie la ventilación por la mañana, la concentración de CO₂ puede llegar a límites mínimos de 0.005-0.01%, que los vegetales no pueden tomarlo y la fotosíntesis es nula. En el caso que el invernadero esté cerrado durante todo el día, en épocas demasiado frías, esa concentración mínima sigue disminuyendo y los vegetales se encuentran en situación de extrema necesidad en CO₂ para poder realizar la fotosíntesis (<http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento5.asp#inicio>).

Los niveles aceptables de CO₂ dependerán de la especie ó variedad cultivada, de la radiación solar, de la ventilación, de la temperatura y de la humedad. El óptimo de asimilación está entre los 18 y 23° C de temperatura, descendiendo por encima de los 23-24°C. Respecto a la luminosidad y humedad, cada especie vegetal tiene un óptimo distinto.

El efecto que produce la fertilización con CO₂ sobre los cultivos hortícolas, es el de aumento de la precocidad de aproximadamente un 20% y aumento de los rendimientos en un 25-30%, mejora la calidad del cultivo así como la de su cosecha (<http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento5.asp#inicio>).

La fertilización foliar.

Las plantas verdes necesitan nutrimento en suficiente cantidad y en equilibrio adecuado para su crecimiento y desarrollo normal y transformando su energía por la fotosíntesis la energía luminica en energía química, por lo que son fotoautótrofos y su fuente de energía es el CO₂ de la atmósfera (Ignatieff, 1959).

La planta necesita de macroelementos como nitrógeno, fósforo y potasio; y microelementos como calcio, magnesio, manganeso, fierro, entre otros.

Abonos potásicos: El catión potásico de los abonos es retenido en la capa de la arcilla, tanto en el exterior como en el interior siendo asimilable por las plantas, es fijado exteriormente mientras queda retenido el potasio interno. Por lo que una sola parte del abono de potasio incorporado al suelo se absorbe por las raíces vegetales (Estrada, 1995).

Otros elementos nutritivos: Todos los elementos (calcio, magnesio, fierro, cobalto, zinc, cobre, molibdeno y manganeso) son necesarios para la nutrición vegetal. Por tener carga positiva, son retenidos en capas de sílice de la arcillas, al interior y al exterior de la misma (Estrada, 1995).

Así mismo queda bloqueado al interior de la arcilla sin poder ser utilizados por las raíces, que únicamente pueden absorber aquellos elementos retenido al exterior de la lámina de sílice, después de pasar a la solución del suelo mediante un intercambio de calcio, de los boratos; su unión bórico, de carga negativa, sigue el mismo proceso que el fosfórico, esto es, de quedar fijado en los sesquióxidos en forma no asimilable y retenido en las capas de aluminio de la arcilla, siendo útil para las plantas la del exterior y no asimilable la del interior (Estrada, 1995).

Por lo anterior, una gran parte de los abonos añadidos al suelo son utilizados por las plantas, por quedar retenido en las laminas de arcilla o fijadas fuertemente en los sesquióxidos, mientras que la fracción de los fertilizantes es retenido al exterior de la arcilla, es la absorbida por las raíces,

mediante intercambios iónicos con la solución del suelo. Todos los obstáculos que presenta la nutrición vegetal por las raíces, no tienen lugar en la fertilización foliar, donde todo abono líquido que moja la parte aérea de la planta, no encuentra cortapisas de casi ninguna clase para penetrar en el interior de los tejidos vegetales, no obstante, en la fertilización foliar existen pérdidas por el lavado generado por lluvia y por el derrame que cae en el suelo, el cual es absorbido en parte por las raíces, siguiendo el proceso de los abonos que se incorporan al suelo (Estrada, 1995).

Los fertilizantes amoniacos proporcionan el nitrógeno en forma de amonio que es igualmente soluble al agua sin embargo a diferencia del nitrato, éste es absorbido y retenido por las partículas finas del suelo, por esto no presentan pérdidas inmediatas por lixiviación en suelos arcillosos o limosos, por otro lado su acción es también menos rápida, pero más duradera (Claraso,1985).

El nitrógeno entra en la estructura de la clorofila y del protoplasma de la planta y es uno de los constituyentes de las proteínas y de las amidas los cuales forman la mayor parte del protoplasma. El nitrógeno produce abundancia de crecimiento y de follaje, retarda el proceso de maduración y aumenta el periodo de longitud del periodo de crecimiento. Un exceso de nitrógeno produce gran crecimiento de órganos débiles y cuando están

ausentes las hojas muestran desarrollo imperfecto y coloración amarillenta (Rivas,1996).

El fósforo emigra más fácilmente de las partes viejas de la planta a los brotes de crecimiento y a las semillas en formación. Es un constituyente importante de las nucleoproteínas y participa activamente en la división celular y el crecimiento (Rivas,1996).

La deficiencia de fósforo permite que se acumulen las grasas en las células dificulta la transformación de los almidones en hidratos de carbono, solubles en el agua, y causa espesamiento de los tabique de separación de las células, retardando el crecimiento (Rivas,1996).

La fertilización foliar consiste en aportar pequeñas cantidades de minerales en forma asimilable a la planta. Es complemento de la fertilización de suelo con el propósito de suministrar los elementos que requieren las plantas en el momento más oportuno (<http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento5.asp#inicio>).

La fertilización foliar existe desde 1914; y se ha considerado como un sistema en la agricultura que consiste en suministrar por medio de aspersiones, los nutrientes principales y necesarios para lograr una nutrición oportuna, ya

que la toma de nutrientes por vía foliar, es más rápida que el método más común esto es en el suelo, sobretodo cuando existen problemas de fijación al suelo de los nutrientes (Estrada, 1995).

Las experiencias efectuadas por vía foliar y por vía raíz se han realizado para corregir deficiencias nutricionales en árboles frutales que padecían clorosis (en deficiencias minerales de fierro, manganeso, azufre y magnesio) pero principalmente de fierro, que causa el amarillamiento de las hojas, lo cual ha probado que las aspersiones foliares corrigen más rápidamente la deficiencia (clorosis), que las aplicaciones tradicionales al suelo (Estrada, 1995).

Tipos de fertilizantes foliares.

La presencia de elementos antagónicos, la adsorción de los nutrimentos por parte de los minerales arcillosos, así como la temperatura que requieren estos para ser absorbidos por las raíces de las plantas, ocasionan un estrés nutrimental que se refleja con un crecimiento y un desarrollo lento. Con la finalidad de proporcionarle estos nutrimentos a las plantas, sin que los factores ambientales disminuyan su efecto, el hombre se ha preocupado por encontrar la forma más eficiente de aplicarlos, encontrando después de muchos años de estudio que la fertilización foliar puede evitar que las malas hierbas aprovechen del suelo los fertilizantes que se le pudieran aplicar al cultivo por la absorción de nutrimentos (Yágodin, 1982).

En repetidas ocasiones las deficiencias de nutrimentos en los cultivos es provocada por el mal manejo de fertilizantes en cuanto a dosis, forma y época de aplicación al suelo ó por vía foliar. El exceso de algunos da lugar a desvalances nutricionales y cuando su aplicación es incorrecta disminuye el aprovechamiento de los fertilizantes. Las plantas presentan deficiencias ligeras o agudas, que se identifican mediante análisis foliares y/o visualmente también se presentan casos de toxicidad en el follaje por “sobre dosis” de agroquímicos foliares y fertilizantes mezclados (Anónimo, 1987).

Cuadro 4. Tipos de fertilizantes foliares, dosis y modo de aplicación en hortalizas en general

Nombre del fertilizante	Dosis	Aplicación
Power fos (12-60-0) Polvo soluble (PS)	1-4kg/ha	Al iniciar la floración
Foltron Plus, Suspensión acuosa (SA)	2-3L/ha	15 días después del trasplante y repetir cada 21 días hasta el desarrollo de frutos
Microsul, Líquido (L)	3 a 6L/ha	Aplicar a los 15 días después del trasplante y repetir de 2 a 3 cada 15 días.
Agrifer-plus (20-30-10) Cristales solubles (CS)	1kg en 200L de agua o 2 kg./ha	Aplíquese a los 25 días de emergidas, o al iniciarse la floración
Bayfolan Sólido (S)	400-500ml/ha	20-25 días después del trasplante y 15 días antes e la floración

Fuente: Diccionario de especialidades de agroquímicos DEAQ10. 2000.

Método de aplicación

Esto puede tener particular importancia del momento oportuno y momento adecuado de la aplicación; por lo que estos métodos se dividen en cuatro de los cuales se mencionan a continuación:

- ❖ Distribución al voleo: comprende todos los métodos utilizados para colocar el fertilizante en la superficie del suelo, aunque después se le haga penetrar en la tierra sirviéndose de diversas labores de cultivo.
- ❖ La incorporación al suelo: se refiere a la aplicación del fertilizante dentro del suelo, más sin tiene en cuenta la posición de la semilla o de la planta.
- ❖ La aplicación localizada: en esta se entierra el fertilizante, a golpe, en proximidad de la semilla o de la planta.
- ❖ La aplicación foliar: esta aplicación es la que va directamente al follaje de los cultivos en pie, inclusive arboles frutales (Ignatieff, 1969).

Ventajas y limitaciones de la fertilización foliar.

Una de las ventajas de la fertilización foliar es que los nutrientes penetran con rapidez al interior de la planta, por lo que la adición foliar de los nutrientes frecuentemente existe problemas o carencia de elementos que muchas veces es necesarios corregir inmediatamente, por lo tanto podremos

recurrir a las aplicaciones foliares ya que estas actúan de forma rápida (Rodríguez, 1982).

Se ha comprobado que la fertilización foliar es de mejor calidad que la fertilización clásica, por lo que ésta presenta las siguientes características (Rodríguez, 1982).

1. Una rápida absorción de los nutrientes por parte de la planta.
2. La durabilidad de la fertilización es mucho menor debiendo aumentar el número de las aplicaciones.
3. Las dosis empleadas son mucho menores.
4. No presentan ningún problema.
5. Uno de los problemas que presenta la fertilización foliar es que puede originar exceso de nutrientes.

Factores que afectan la absorción foliar.

Tomando en cuenta que la absorción foliar, es el medio por el cual se transportan los nutrientes disueltos en agua, y sobre todo tenemos como base fundamental que la superficie mojada de la hoja debe de ser la mayor posible, ya que la tensión superficial del agua es distinta a la de la cutícula, la gota tiende a formar una esfera, que va disuelta en el área de contacto, de ahí que se agregan al agua sustancias adherentes y coadyuvantes que disminuyen la tensión superficial para aumentar de esta manera el área de mojado. La

superficie inferior de la hoja absorbe de 3 a 5 veces más que la superficie exterior, puesto que es más delgada (Rodríguez, 1982).

La eficiencia que se tiene en la fertilización foliar es favorecida por temperaturas óptimas que varían para la asimilación de cada una de los elementos, que ésta necesitaría en un determinado período de tiempo (Anónimo, 1985).

Se señala que el exceso de los nutrientes da lugar a un desbalance nutricional, así como también hacer una mala aplicación o una aplicación incorrecta, esto trae como consecuencia un mal aprovechamiento de los fertilizantes (Mascareño, 1987).

Luminosidad.

Este factor es de mucha importancia para las aplicaciones foliares, ya que esta debe llevarse a cabo por la mañana para evitar quemaduras en el follaje y pérdidas de evaporación, considerando así una mayor absorción de los nutrientes, y evitar daño alguno por la aplicación (Davis, 1974).

Temperatura

Entre los 20 y 26°C, la cutícula de la hoja se ablanda y el agua es más fluida aumenta la absorción de la solución nutritiva aplicada (Rodríguez, 1982).

Humedad

Cuando existe un alto porcentaje de humedad relativa, la velocidad de evaporación del agua es muy baja en la superficie de la hoja y por lo tanto favorece la penetración al interior de la planta. En cambio, si la humedad relativa es baja las gotas de agua se evaporan muy rápido, quedando sólo cristales cuya absorción será demasiado lenta (Anónimo, 1975).

Con relación a los factores que afectan la absorción foliar: 1) La superficie mojada debe ser la mayor posible; 2) La tensión superficial del agua es distinta a la tensión de la cutícula; 3) Las hojas jóvenes tienen mayor capacidad de absorción que las hojas viejas (Rodríguez, 1982).

Los nutrientes que se requieren para el desarrollo de las plantas son absorbidos por las raíces, sin embargo hay evidencias que en las plantaciones a campo abierto hay absorción de sales, minerales y sustancias que están al alcance de las raíces de las plantas y otras sustancias absorbidas a través de las hojas, tallos, frutos y otras partes de las plantas (Franck, 1967).

Se reporta que en suelos donde el pH es elevado, hay elementos no asimilables aunque permanezcan en el suelo, como se presentan el fierro y el fósforo por lo que es necesario realizar una fertilización foliar de dichos elementos para sustituir una fertilización suplementaria (Rodríguez, 1982).

La nutrición vegetal, a través de la técnica de fertilización foliar, actúa de manera espontánea, ya que la absorción comienza a los cuatro segundos de haber aplicado la solución nutritiva en toda el área foliar de las plantas, por lo tanto se comprueba que la fertilización foliar a superado en mayor proporción a la fertilización vía suelo (García, 1980).

Las aplicaciones foliares constituyen el medio más importante y eficaz para la asimilación de los fertilizantes, según una Investigación en la Unión Soviética afirmaron que la fertilización foliar, a tomado mayor importancia, en las regiones Articas, donde el frío es el principal factor de retardo de liberación de los nutrientes del suelo y de residuos de las plantas ya que la alimentación foliar puede ser el método más eficaz para mantener un equilibrio nutricional en los lugares donde se presentan bajas temperaturas, (Tisdale y Nelsson, 1970).

Se afirma que la magnitud de redistribución de los nutrientes aplicados foliarmente a la planta, es considerado de suma importancia para las aplicaciones foliares, dado que esto puede y logra satisfacer las necesidades nutricionales en el manejo del cultivo (Backovak, 1957).

A fin de determinar cual era el método más eficiente para la aplicación de fósforo se encontró que la fertilización foliar fue la más eficiente debido a que la translocación del fósforos es más rápido aplicado foliarmente, pudiendo corregir de manera más eficaz la deficiencia de este elemento (Koontz, 1957).

Se menciona que asperjando urea en árboles de mango, a una concentración de 0.25% y 0.4% sólo aumenta el número de frutos, acidez, ácido ascórbico y el contenido de sólidos y solubles totales (Singh, 1977).

Los fertilizantes que se aplican al suelo son absorbidos por la raíz, pero la planta también puede absorberlo por las hojas y las aplicaciones foliarmente pueden ser ventajosas por su bajo costo y economizar, así mismo evitar un factor edáfico y no crear daño alguno y tener una mayor y mejor respuesta (Rojas, 1987).

Se menciona que la efectividad de la fertilización foliar depende de la cantidad absorbida de sustancia nutricional a través de la superficie de las hojas y su traslado por el conducto floemático (BASF, 1992).

La fertilización foliar es uno de los métodos más económicos con el cual se han logrado resultados que incrementan más los rendimientos y se utilizan a escala comercial esta técnica ha revolucionado la agronomía, para corregir deficiencias o disminuir costos del cultivo manteniendo o mejorando los rendimientos (Ignatieff, 1969).

Debido a que los fertilizantes foliares se trasladan a través de los tejidos de las hojas y no penetran al suelo ni en compuestos que diluyen los elementos nutritivos, el aprovechamiento del fertilizante aplicado, es de 80-85%. La fertilización foliar ha demostrado ser una técnica adecuada en céspedes,

huertos, frutales, hortalizas. Teniendo un gran potencial en maíz, soya, etc. (Anónimo, 1983).

La fertilización foliar es una segunda guía para la alimentación de las plantas y no significa que las raíces pierdan su papel principal que es la absorción de los nutrientes (García, 1981).

Se menciona que la fertilización foliar tiene un propósito fundamental de corregir rápidamente las deficiencias nutricionales de carácter temporal. Para llevar a un buen termino esta práctica, es preciso conocer los niveles óptimos de los nutrientes más importantes en cada una de las etapas críticas de desarrollo de los cultivos y su balance nutricional. En repetidas ocasiones la deficiencia de nutrimento en los cultivos es provocada por el mal manejo de los fertilizantes en cuanto a la dosis, forma y época de aplicación al suelo o por vía foliar; el exceso de algunos puede dar lugar a un desvalance nutricional y la aplicación incorrecta disminuye el aprovechamiento del fertilizante (SARH,1987).

De acuerdo con el mal uso de los fertilizantes foliares y las perdidas que se ocasionan en campo ya sea por el viento, las lluvias y algunos otros factores, se consideró que se debe de mezclar con algún otro ingrediente que facilitara la absorción de las gotas que quedan en la superficie de las hojas (Klingman y Ashton, 1991).

Importancia de los coadyuvantes.

Un aditivo en la aspersion o coadyuvante, es alguna sustancia usada con un fertilizante foliar el cual aumentara la acción de dicha aplicación (Ross y Lembi, 1985).

Un fertilizante foliar al ser colocado en contacto con la planta, difícilmente expresa su actividad potencial, ya que se tendrá problemas al aplicar, además será difícil, su absorción, penetración y translación por la planta por lo cual dichos productos se acondicionan agregándoles surfactantes y otros coadyuvantes (Urzúa, 1988).

Al agregar surfactantes en las aplicaciones al follaje se tiene efecto con: líquidos de aspersion, superficie de la cutícula, capas de la cutícula, células de la epidérmicas, tejidos distantes del área tratada y estomas. Lo anterior repercute en la aplicación, depósito en el follaje, absorción, penetración, translocación y acción del fertilizante foliar (Urzúa, 1991).

Surfactantes.

Surfactante resulta de la palabra inglesa SURFACE-ACTIVE-AGENT, agente que actúa en las superficie; son sustancias que modifican la relación entre dos superficies, (Obando, 1991).

Adherentes.

Adhiere el ingrediente del fertilizante foliar, sobre los cultivos o la superficie asperjada (fruto ó follaje),evitando que el producto se lave por el agua de lluvia o efecto del viento, además disminuye el rebote y escurrimiento del producto, se le conoce también como adhesivo o fijador (Obando,1991; Urzúa,1991).

III. MATERIALES Y METODOS.

Ubicación geográfica

La presente investigación fue realizada en uno de los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, localizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila a 25° 23’ latitud norte, 101°00’ longitud oeste y a una altura sobre el nivel del mar de 1600 msnm.

Condiciones de invernadero.

El invernadero es de tipo túnel con cubierta de acrílico y bases de fierro con una transparencia del 70-75%. Cuenta con dos calentadores, para utilizarlos cuando se presenten bajas temperaturas en el ciclo otoño invierno ya que a veces se presentan cambios bruscos de temperatura, y así poder mantener un rango de temperatura nocturna (12-16°C), también cuenta con dos extractores de aire caliente que se utilizan cuando las temperaturas del medio son muy altas y así mantener un rango por la noche de 25-28°C dentro del invernadero y una humedad relativa de 70 a 75%.



MATERIALES

- ❖ Se utilizó semilla de chile pimiento morrón híbrido Castilla f1.

El cual presenta un follaje verde claro cubierto de pubescencias, las primeras ramas se desarrollan en forma de cruz o donde hicieran una “T” quedando libre el tallo principal, el tallo es poco flexible, pero resiste las labores de cosecha. El fruto es un ovario carnosamente grande de color verde, amarillo, anaranjado y rojo (Castillo, 1992).

Los fertilizantes a evaluar fueron:

❖ Fertilizante foliar Mastergrow.

Elemento	Composición	Elemento	Composición
Nitrógeno	20.0%	Cobre	0.10%
Fósforo	30.0%	Manganeso	0.10%
Potasio	10.0%	Zinc	0.10%
Calcio	1%	Molibdeno	0.01%
Magnesio	1%	Cobalto	0.10%
Fierro	0.10%	Azufre	0.10%
Boro	0.10%	Agentes Químicos	37.29%

[File://www.mastergrow.com](http://www.mastergrow.com)

❖ Fertilizante foliar Arco iris.

Elemento	Concentración	Elementos	Concentración
Nitrógeno Nítrico	1.0%	Cobre	0.050%
Nitrógeno Amoniacal	5.0%	Fierro	0.040%
Nitrógeno Orgánico	14.0%	Magnesio	0.059%
Fósforo Asimilable P ₂ O ₂	30.0%	Manganeso	0.049%
Potasio Soluble K ₂ O	10.0%	Zinc	0.090%
Azufre	0.580%	Molibdeno	0.002%
Boro	0.022%	Vitaminas	0.002%
Calcio	0.020%	Giberelinas	0.003%

Fuente: Grupo Bioquímico Mexicano

Metodología.

Se utilizó una charola con 200 cavidades cuadradas, en donde se depositó una mezcla de 50% peat-most y 50% perlita; posteriormente se realizó la siembra el 21 de abril del 2001. La siembra fue de una semilla por cavidad, inmediatamente después se aplicó un riego. Posteriormente se estuvo regando cada dos días. La germinación tardó 15-20 días, porque se presentaron bajas temperaturas, las cuales no se pudieron controlar debido a que la charola se encontraba en el invernadero de fibra de vidrio y en el cual no se cuenta con calentadores. Cuando la planta alcanzó una altura de 15-20 cm se realizó el trasplante en el invernadero cuatro.

El 29 de mayo del 2001 se hizo el trasplante a bolsas de polietileno negro las cuales contenían en la parte de abajo una capa de grava para que hubiera un buen drenaje, arriba de esta capa se le puso tierra de bosque. Cuando se terminó de transplantar se dio un riego en el cual se aplicó fungicida Tecto 60 para prevenir enfermedades en el sistema radicular durante la etapa de crecimiento de la planta. Una vez establecido el cultivo se continuó regando cada tres días y la aplicación de los fertilizantes foliares fue cada semana.

Descripción de los tratamientos.

Se acomodaron tres hileras con 17 bolsas cada una, en el invernadero los tratamientos quedaron de la siguiente forma: el tratamiento uno que corresponde a la aplicación de fertilizante foliar arco iris con una dosis de 0.5 g/L, el cual se asperjo en las diecisiete repeticiones; el tratamiento tres fue el de fertilizante foliar Mastergrow con una dosis de 0.25 g/L. Y por último el testigo, la aplicación de los productos se hizo en forma al azar. Estos fertilizantes foliares fueron asperjados con un atomizador para no manchar el testigo con alguno de estos dos fertilizantes

Diseño experimental.

El diseño experimental que se utilizó en este trabajo fue un diseño completamente al azar cuyo modelo es el que se presenta a continuación:

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

$i = 1, 2, 3 \dots$ Fertilizantes.

$J = 1, 2, 3 \dots$ 17 Repeticiones.

Donde:

Y_{ij} = variable aleatoria observable correspondiente al i -ésimo fertilizante y a la j -ésima repetición.

μ =Media general.

T_i = Efecto del i-ésimo fertilizante foliar.

ε_{ij} = Componente aleatoria de los errores.

También se utilizó la prueba de comparación de rango múltiple de las medias por el método de diferencia mínima significativa (DMS).

VARIABLES EVALUADAS.

Las variables evaluadas en este experimento fueron:

Área foliar: Los datos de esta variable se tomaron en centímetros con la ayuda de una cinta métrica, tomando las medidas desde las hojas que se encontraban en los extremos de la planta.

Número de hojas: se contaron manualmente desde el transplante y durante toda la etapa de crecimiento del cultivo.

Altura de la planta: Estos datos se obtuvieron con una cinta métrica desde la base del tallo hasta el ápice de la planta evaluándose durante todo el ciclo o período de crecimiento de la planta cada semana.

Número de flores: La lectura de esta variable se comenzó a tomar cuando se presentaron los primeros botones florales en la primera cruz de la planta.

Número de frutos abortados: Esta variable se obtuvo restando el número de flores que había en la semana anterior menos el número de frutos que presentaba la planta al hacer el conteo cada semana.

Número de frutos por planta: Se hizo el conteo de los frutos manualmente tomando en cuenta, los primeros frutos amarrados y los que estaban ya completamente desarrollados.

Diámetro ecuatorial del fruto: Este parámetro se obtuvo con la ayuda de un vernier, midiendo el diámetro del fruto.

Diámetro polar del fruto: Como en el anterior se tomó la altura en centímetros con un vernier.

Peso del fruto: Se realizó con la ayuda de una báscula, tomando el peso en gramos de cada uno de los frutos cosechados por planta.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

Variable área foliar.

El análisis de varianza (ANVA) nos muestra diferencia estadística altamente significativa entre los diferentes tratamientos (fertilizantes foliares).

(Cuadro 5)

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable de respuesta área foliar.

FV	gl	SC	CM	F	P < F
Tratamiento	2	.012384	.006192	9.4129**	0.001
Error	48	.031574	.000658		
Total	50	.043958			

C.V.=16.4%

** Significativo (0.01).

Para realizar la prueba de DMS al 99%, se tomaron las medias de los tratamientos como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Medias de la variable área foliar.

Tratamientos	Medias
1	0.1784 A
2	0.1470 B
3	0.1438 B

Donde se observó que el tratamiento uno (Arcoiris 0.5g/l) superó a los tratamientos 2 y 3 que son el testigo y el Mastergrow 0.25g/l, con un 6.69% y 7.36% respectivamente, y esto se confirma en la figura 5.1.

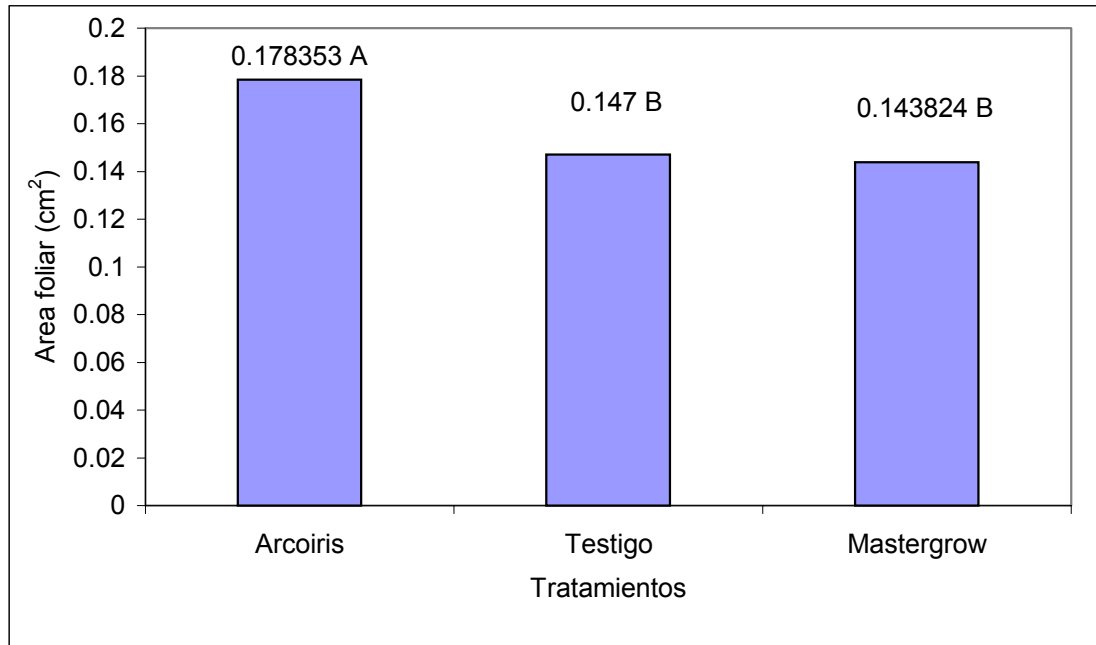


Fig. 5.1 Comparación de medias DMS para la variable área foliar.

En las variables número de hoja y altura de planta al hacer el análisis de varianza no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, lo que indica que no hubo influencia de los fertilizantes sobre estas variables. Pienso que sobre estas variables no hubo una influencia marcada de los fertilizantes foliares debido a que son características que no están determinadas por la fertilización ni el manejo que se le da al cultivo, sino más bien por los caracteres genéticos del híbrido; ya que no se le puede exigir a un individuo ó a una planta que dé más de lo que realmente puede dar.

Número de frutos por planta.

Al realizar el análisis de varianza para la variable número de frutos por planta hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable de respuesta frutos por plantas.

FV	gl	SC	CM	F	P < F
Tratamientos	2	3.447235	1.723618	3.8689*	0.023
Error	48	21.384125	0.445503		
Total	50	24.83160			

C.V= 32.38%

Significativo al 5%

Las medias de la variable número de frutos por planta que se utilizaron para realizar la prueba de rango múltiple de DMS al 95% son las que se presentan a continuación (Cuadro 8.)

Cuadro 8. Medias de numero de frutos por planta.

Tratamientos	Medias
2	2.3571 A
3	2.1029 AB
1	1.7243 B

En este se observa que el testigo fue el mejor superando con un 4.11% al tratamiento tres (Mastergrow 0.25 g/L) y con un 10.23% al tratamiento dos

(0.5 g/l). Así mismo el tratamiento tres superó con un 6.12% al tratamiento con Arcoiris. Esto se confirma en la figura 5.2

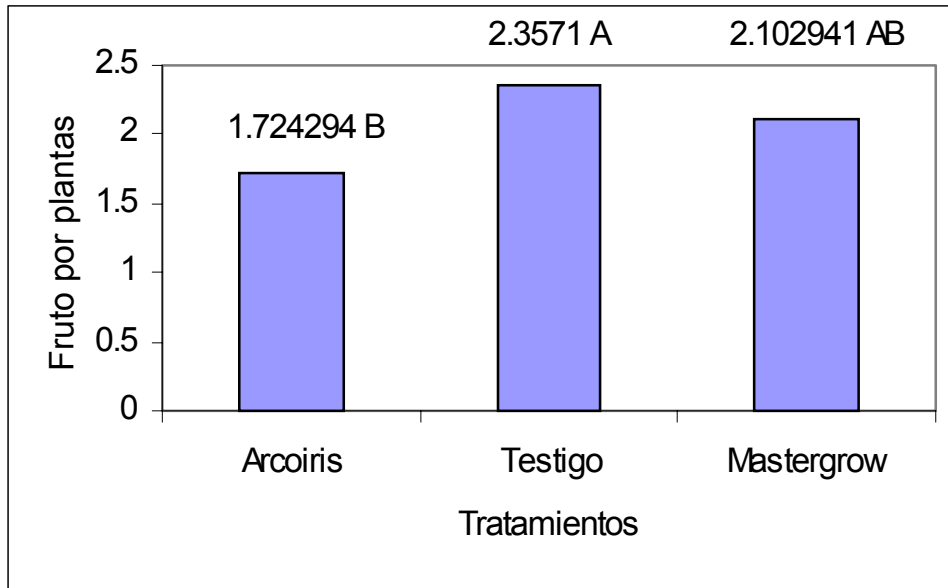


Fig. 5.2. Comparación de medias (DMS) para la variable frutos por planta.

Para las variables número de flores, número de frutos abortados y peso del fruto que son parámetros que influyen directamente en la producción, al realizar el análisis de varianza no obtuvimos diferencias significativas entre los tratamientos. A mediados del ciclo del cultivo hubo un déficit del número de flores por planta, lo cual puede atribuírsele a que las condiciones dentro del invernadero no se estaban controlando de manera adecuada y que la luz que transmite no fue suficiente para que hubiera un amarre de flores y frutos excelente. En cuanto al peso del fruto en esta variable si pudo haber intervenido de manera directa la fertilización, ya que quizás la dosis fue un poco baja en el período de fructificación, y como es sabido la planta necesita los nutrientes necesarios para todos los frutos que produzca.

Diámetro ecuatorial del fruto.

Se realizó el ANVA para la variable diámetro ecuatorial del fruto mismo que mostró diferencia altamente significativa entre tratamientos. (Cuadro 9.)

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable de respuesta de diámetro ecuatorial.

FV	gl	SC	CM	F	P<F
Tratamientos	2	3.949097	1.974548	5.9165**	0.005
Error	48	16.019287	0.333735		
Total	50	19.968384			

C.V = 10.45%

** Significativo al 1%

Las medias de la variable diámetro ecuatorial del fruto que se utilizaron para realizar la prueba de rango múltiple de DMS 99% son las que se presentan a continuación (Cuadro 10.)

Cuadro 10. Medias del diámetro ecuatorial del fruto

Tratamientos	Medias
1	5.9094 A
3	5.4318 AB
2	5.2494 B

Donde se observó que el fertilizante foliar Arco iris fue el mejor con una dosis de 0.5 g/l superando con un 2.88% al tratamiento de fertilizante foliar Mastergrow cuya dosis fue de 0.25 g/l y por último supero al testigo con 3.98% el cual fue libre de alguna aplicación tal y como se confirma en la Figura 5.3.

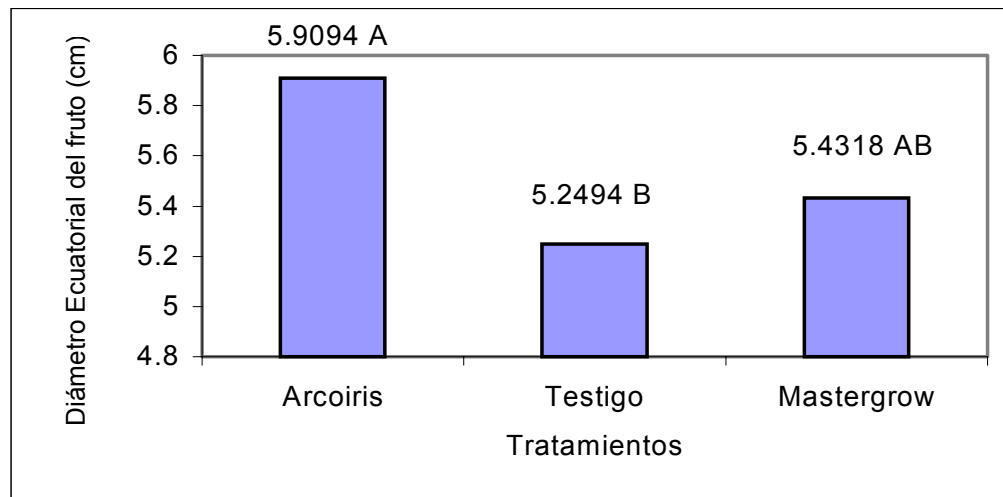


Fig. 5.3 Comparación de medias (DMS) para la variable diámetro ecuatorial del fruto.

Diámetro polar del fruto.

El ANVA nos muestra como se obtuvo una diferencia significativa al 7% entre los tratamientos, tal como se observa en el Cuadro 11.

Cuadro 11. análisis de varianza para la variable de respuesta diámetro polar.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	2	5.989014	2.994507	2.7906*	0.070
Error	48	51.507568	1.073074		
Total	50	57.496582			

C.V = 13.98%

* Significancia al 7%.

Para realizar la prueba de DMS al 95% se obtuvieron las medias de los tratamientos como se muestra en el Cuadro 12.

Cuadro 12.medias del diámetro polar del fruto

Tratamientos	Medias
3	7.8294 A
2	7.4112 AB
1	6.9900 B

Ahí se observa que el tratamiento tres Mastergrow 0.25 g/l superó con un 1.88% al testigo, y con un 3.78% al tratamiento de Arco iris. Así mismo el testigo que se ubicó en el segundo nivel (AB) superó con 1.9% al segundo tratamiento esto se confirma en la Figura 5.4.

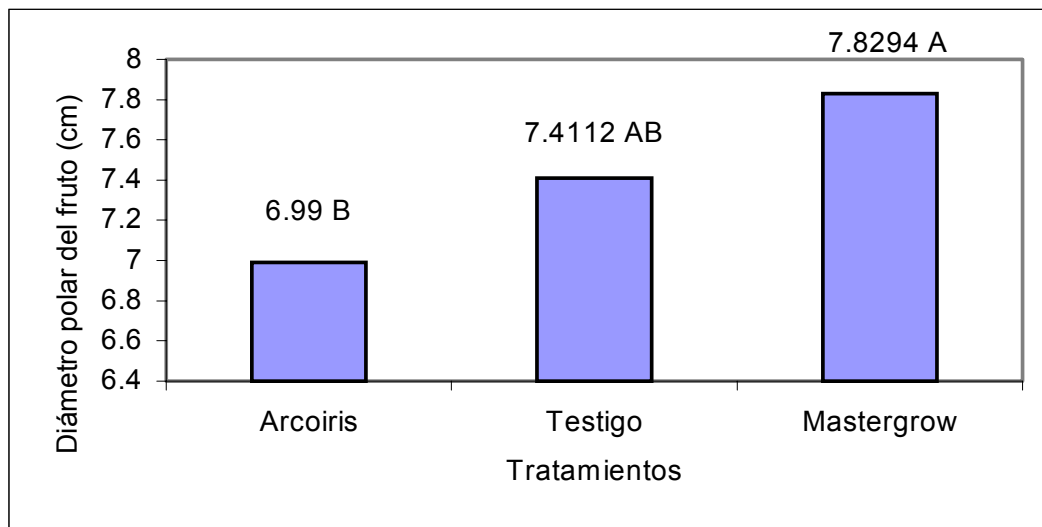


Fig. 5.4 Comparación de medias (DMS) para la variable diámetro polar del fruto.

V.- CONCLUSIONES

Se concluye que los fertilizantes foliares influyen en las variables área foliar, diámetro ecuatorial y polar del fruto, ya que en la variable área foliar el tratamiento más sobresaliente y que tuvo mejores resultados fue el Arco iris con una dosis de 0.5 g/l.

Concluimos que el fertilizante foliar Arco iris, es mejor aplicarlo para obtener un buen diámetro ecuatorial; pero para obtener un diámetro polar mayor tendríamos que aplicar Mastergrow. No obstante para la variable número de frutos por planta el testigo fue el que sobresalió con respecto a los fertilizantes foliares.

Por lo anterior podemos concluir que los fertilizantes foliares deben de aplicarse en forma conjunta para obtener mejores resultados de calidad en nuestros cultivos. Pero si el objetivo es tener mayor rendimiento por planta no es necesario aplicar los fertilizantes foliares Mastergrow y Arco iris, ya que sería un gasto extra para el productor sin obtener beneficios en la producción. Cabe mencionar que para obtener un buen rendimiento es necesario hacer aplicaciones directamente al suelo y poder utilizar los fertilizantes foliares como un complemento nutricional para la planta.

LITERATURA CITADA.

- ◆ Alpi, A. y Tognoni, F. 1975. Cultivo en invernadero. Ediciones Mundi.Prensa. España.
- ◆ Anónimo, 1975. Fertilización Química Foliar. Folleto Informativo.
- ◆ Anónimo, 1983. Apuntes sobre fertilizantes fluidos. Producción, uso racional y comercialización. Fertimex. México, D.F.
- ◆ Anónimo. 1987. Curso de producción de hortalizas. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- ◆ Baixauli, C. 1996. Aspectos prácticos de control ambiental para hortalizas en invernadero. Ed. Fundación Cultural y de Promoción Social.
- ◆ Basf. 1992. Folleto técnico de productos químicos para la agricultura, Nitrofoska Foliar. México, D.F. 19 pp.
- ◆ Bockovak. 1957. Absortion and movility of foliar nutrient in plant physiology. Vol (32) pp 428-435
- ◆ Cano, A. M. F. 1994. El cultivo del chile. Monografía. Pimiento.htm.com.
- ◆ Castillo, M.A. 1992. Evolución de tres fertilizantes foliares en chile (*Capsicum annuum* L.) Var. Tampiqueña 74 bajo condiciones de invernadero en diferentes etapas fenológicas. Tesis de licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- ◆ Claridades Agropecuarias. Revista 1999.
- ◆ Davis I. F. and Lucas, R. E. 1974. Is Leaf Feeding practical, crops and soil; vol 6
- ◆ Franck, W. 1967. Mechanism of Foliar penetration of solutions. Annual Review of plant physiology- 281-300.
- ◆ García, F. J. 1098. Fertilización agrícola. Editorial AEDOS. Barcelona, España.

- ◆ Guenkov G. 1983. Fundamentos de Horticultura cubana. Instituto cubano del libro. La Habana.
- ◆ Hanan, J. J., Holley, W. D. and Goldsberry, K. L. 1978. Greenhouse management. Springer-verlang. Berling – Heidelberg New York.
- ◆ Heversier Simmonds N. W. 1979. Evolution of crop plant. Edited by N. W. Simmonds. Edimburg School of Agriculture. Edimburg, Scotland.
- ◆ Hortofruticultura Italiana. 1962. Libro de invernaderos. Cultivo en invernadero, actual orientación científica y técnica. Tercera edición.
- ◆ <http://www.agrointernet/send.technicalreport.asp/hortalizapimiento>.
- ◆ <http://www.Inegi.gob.mx>
- ◆ <http://www.infoagro.pimiento.com.mx>
- ◆ Ignatieff, 1959. Uso eficaz de los Fertilizantes. Estudios Agropecuarios No. 43. FAO, Segunda edición.
- ◆ Janick, C. R. 1985. Horticultura Científica e industrial. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- ◆ Klingman, G. C. y F. M. Ashton. 1991. Estudio de las plantas nocivas: Principios y práctica. Limusa. México. 449 p.
- ◆ Koontz, H. and Biddulph, O. 1964 factor affecting absorption and traslocation of foliar applied phosphorus, plant physiology. 32:463-470
- ◆ Lara, Z. M. A. 1993. Efecto del uso de películas fotoselectivas de plástico para acolchado de suelo en el cultivo de Pimiento Morrón (*Capsicum annum*) cv. Yolo wonder, Tesis de licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- ◆ Maroto. 1983. Elementos de horticultura General. Editorial Mundi-Prensa. 424 pp.
- ◆ Mascareño, C. F. 1987. Problemas nutricionales. El tomate en el Valle de Culiacán. INIFAP. CAEVA. C.V.

- ◆ Montero, J. J; Anton, M. A. 1993. Tecnología del invernadero. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Facultad de Ciencias agrarias. Universidad de Buenos Aires. 128 pp.
- ◆ Noel Claraso. 1985. Temas de jardinería. Ediciones G. Gili, Bradenton Florida.
- ◆ Obando R., A. J. 1991. Uso de los surfactantes no iónicos en la Agricultura moderna. En: Memorias del primer seminario Técnico de Malezas y su control. SOMECIMA. Escuela superior de Agricultura Hermanos Escobar. Ciudad Juárez, Chihuahua, México. P. 22-29
- ◆ Pérez, G. M. 1997. Chile (*Capsicum annuum*) mejoramiento genético de las hortalizas. Primera edición. Editorial de la U.A.Ch. pp. 13.
- ◆ Quezada M, M. R., Linares, O. H., Fernández., J. M. 1992 Efecto de Foselectividad de las películas de acolchado sobre el rendimiento en tomate. XII congreso Internacional de plásticos en la Agricultura, Granada, España.
- ◆ Rivas Z. E. 1996. Balance Nutricional de (N y K), y su influencia sobre la tolerancia a (*Fusarium oxisporum* F. sp) gladioli. Tesis de licenciatura UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- ◆ Rodríguez, D. F. 1982. Fertilización nutricional. Primera edición. AGT. Editor, S.A. México, D.F.
- ◆ Rojas, G. M. y Ramírez R. 1987. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Editorial Limusa, México, D.F. 239 pp.
- ◆ Romero, F. E. 1988. Invernaderos para producción de hortalizas y flores. Folleto técnico No. 2 Gómez Palacio, Durango, México.
- ◆ Ross, M. A. and C. A. Lembí. 1985. Applied weed Science. Burgess publishing Company. Minnesota. USA. 340 p.

- ◆ SARH. 1982. Presente y pasada del chile en México. Folleto informativo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos .
- ◆ SIACOM Y SAGARPA. (2000) El sector agroalimentario en México. Pag. 44 INEGI.
- ◆ Singh, R. R. 1977. Effect of foliar spray of urea and super phosphate on the physico-chemical composition of mango (*manguifera indica L.*) Fruits of cultivat chausa.Hort.abs 47(5).
- ◆ Tisdale L. S. y W. L. Nelsson. 1970. Fertilidad de los suelos y los fertilizantes. Montaner y Simon, Barcelona, España.
- ◆ Urzúa S. F. y A. Sánchez B. 1991. Surfactantes en la acción Biológica de Herbicidas post-emergente en invernadero y campo. En: Memorias del XII congreso Nacional de la Ciencia de la maleza. SOMECIMA. Acapulco, Guerrero, México. P. 58
- ◆ Vilmorrin 1976. El cultivo del pimiento dulce tipo Bell. Editorial Diana. México D.F.

