

25



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

“TOPICOS SELECTOS DE LA PRODUCCION
AGRICOLA ACTUAL.

CARACTERIZACION FLORAL DE 10 LINEAS DE
JITOMATE (*Lycopersicon esculentum*) CULTIVADO
EN HIDROPONIA”

TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERA AGRICOLA
P R E S E N T A :
ROSALBA MORALES CERVANTES

284282

ASESOR: ING. ENRIQUE MARCIAL VARGAS

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



VERDAD NACIONAL
JUSTICIA EN
LA LEY

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Tópicos Selectos de la Producción Agrícola Actual.

Caracterización floral de 10 líneas de jitomate

(Lycopersicum esculentum) cultivado en hidroponia.

que presenta la pasante: Rosalba Morales Cervantes

con número de cuenta: 9460774-5 para obtener el título de:

Ingeniera Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

A T E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 18 de septiembre de 2000.

MODULO	PROFESOR	FIRMA
<u>I</u>	<u>Ing. C.Enrique Marcial Vargas</u>	<u>[Firma]</u>
<u>II</u>	<u>Ing. Gustavo Mercado Mancera</u>	<u>[Firma]</u>
<u>IV</u>	<u>Biol. Elva Martínez Holguin</u>	<u>[Firma]</u>

DEDICATORIA

EN MEMORIA A MI MAMA:

Por todo el amor, comprensión y motivación que me brindó siempre y por inculcarme la superación profesional **Gracias mamá**, porque jamás existirá una forma de agradecerte toda tu lucha, sacrificio y esfuerzo constante en tu vida, yo sé que donde quiera que te encuentres disfrutaras este logro con migo. Te extraño mucho y nunca te olvidare ya que siempre estarás muy cerca de mi corazón

A MI PAPA:

Por todo el cariño y apoyo que me brindó siempre para salir adelante en mis metas muchas gracias papá

A MIS HERMANOS:

Con cariño para todos ellos porque al igual que mis padres han sido un apoyo en mi carrera.

A LUCIO:

Por todo el amor y cariño que me ha brindado, por su comprensión y motivación para salir adelante

A MIS TIOS:

Por todo el cariño que siempre me han demostrado y por su ayuda incondicional

INDICE

I	INTRODUCCIÓN	1
	1.1. Objetivos	3
	1.2. Hipótesis	4
II.	Revisión de literatura	5
	2.1. Generalidades del jitomate	5
	2.1.1. Origen e importancia	5
	2.1.1.1. Importancia alimenticia	6
	2.1.1.2. Importancia económica	7
	2.1.2. Clasificación botánica	9
	2.1.3. Características botánicas	9
	2.1.3.1. Raíz	9
	2.1.3.2. Tallo	10
	2.1.3.3. Hoja	11
	2.1.3.4. Flor	12
	2.1.3.5. Fruto	14
	2.1.3.6. Semilla	14
	2.1.4. Requerimientos ambientales	15
	2.1.4.1. Temperatura	15
	2.1.4.2. Humedad	16
	2.1.4.3. Luz	16
	2.1.4.4. Suelo	17
	2.1.5. Manejo del cultivo	17
	2.1.5.1. Siembra	17
	2.1.5.2. Trasplante	18
	2.1.5.3. Poda y tutorado	19
	2.1.5.4. Riego	21
	2.1.6. Principales plagas y enfermedades y su control	22
	2.2. Factores que afectan la floración	23
	2.2.1. Iniciación floral	24
	2.2.2. Cantidad de flores por inflorescencia	25
	2.2.3. Crecimiento y desarrollo de las flores	26

2.3	Polinización	27
2.3.1	Polinización natural	28
2.3.2	Unimasculación y polinización artificial	29
2.4.	Generalidades de la hidroponía como sistema de producción intensivo de hortalizas	31
2.4.1	Nutrición de las plantas	31
III	Materiales y métodos	34
3.1.	Lugar de realización del trabajo experimental	34
3.2.	Invernadero	34
3.3.	Material genético	36
3.4.	Solución nutritiva	36
3.5.	Sistema hidropónico	37
3.6.	Diseño experimental	37
3.7.	Manejo del cultivo	38
3.7.1	Siembra	38
3.7.2.	Trasplante	39
3.7.3	Frecuencia de riego	39
3.7.4.	Poda y tutorado	40
3.7.5	Control fitosanitario	40
3.8	VARIABLES DE ESTUDIO	41
3.8.1	Flor	41
3.8.2.	Número de flores por inflorescencia	41
3.8.3.	Número de pétalos y sépalos por flor	41
3.8.4.	Facilidad de manipulación de la flor	41
3.8.5	Longitud del pistilo	42
3.8.6	Tamaño y forma del estigma	42
3.8.7.	Longitud de las anteras	43
IV.	Resultados	44
V.	Conclusiones	48
VI	Bibliografía	49
ANEXOS		

**CARACTERIZACIÓN FLORAL DE 10 LÍNEAS DE Jitomate (*Lycopersicon esculentum*
Mill) CULTIVADO EN HIDROPONIA**

I. INTRODUCCIÓN

El jitomate es la hortaliza más extensamente cultivada en el mundo, después de la papa (Muñoz, 1995), y se ha convertido en una de las de mayor importancia comercial. Se cultiva como anual en casi todo el mundo y es fuente valiosa de sales minerales y vitaminas, en particular A y C. Las numerosas variedades presentan grandes diferencias, tanto por la forma de la planta como por la clase del fruto, que oscila en cuanto al tamaño entre el de una grosella pequeña y una esfera de 10 cm de diámetro o más; en cuanto a la forma hay frutos redondos, piriformes y alargados, de colores rojo, amarillo y verde (Enciclopedia Microsoft, 1997).

En México, el jitomate se ubica entre las cuatro hortalizas más importantes, se cultivan alrededor de 76 758 ha; entre los principales estados productores se encuentran: Sinaloa, Baja California Norte, S. L. P., Morelos y Jalisco (SAGAR 1997). Los cuales concentran más del 80% de la producción. También es el principal producto hortícola de exportación (Banco de México, 1994).

Por su contenido en vitaminas y minerales y por su agradable sabor el jitomate tiene importantes aplicaciones en medicina, estimula el aparato digestivo, es desinfectante y anti escorbútico y en gastronomía, ya que está incluido en numerosos platos de la cocina. En la actualidad la investigación se centra en mejorar el rendimiento, el sabor del fruto y la resistencia de esta planta a las enfermedades, dicho estudio se ve favorecido gracias a que la planta es ideal, debido a su biología reproductiva, relativamente simple, facilidad de su cultivo y la riqueza de su variación genética, tanto en las especies cultivadas como en las silvestres (Pérez, 1997).

En México la obtención de variedades mejoradas no ha tenido una dinámica adecuada, y las liberadas años atrás han sido desplazadas por híbridos de origen extranjero. De lo anterior surge la necesidad de generar tecnología regional, y en particular de desarrollar variedades mejoradas, principalmente de híbridos de amplia adaptación, con rendimiento y calidad igual o superior a las empleadas actualmente por el productor. -

El presente trabajo tiene como propósito realizar la caracterización floral de 10 líneas de jitomate, lo cual permitirá la eficiencia de cada una de ellas para ser utilizadas en la producción de semillas como progenitores hembra o macho, previa identificación de híbridos superiores, dentro de las combinaciones posibles entre las 10 líneas bajo estudio (90 cruzas, directa y recíproca); mismas que han sido seleccionadas en el programa de mejoramiento genético que se sigue en el Colegio de Postgraduados.

La investigación fue realizada bajo el ambiente controlado de un invernadero, y bajo un sistema hidropónico, utilizando una solución nutritiva universal (Steiner, 1984).

1.1. OBJETIVOS

- **Evaluar diferencias entre estructuras florales de 10 líneas de jitomate, como referencia para un mejor manejo en la emasculación y polinización manual.**
- **Identificar las líneas que deban de utilizarse como progenitores hembra o macho en la producción de híbridos, con base en la caracterización.**

1.2. HIPÓTESIS

Entre las 10 líneas en estudio, existen diferencias morfológicas en las plantas, por ende existen diferencias en las estructuras florales, dichas diferencias pueden servir para ser utilizadas en la reproducción de híbridos, como progenitores hembra o macho.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del jitomate

2.1.1 Origen e Importancia

Diversos autores coinciden en que el jitomate es originario de América del Sur, ya que todas las especies silvestres relacionadas son nativas de la región andina que hoy comparten Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú. De igual forma se conoce que el jitomate alcanzó un avanzado estado de domesticación antes de ser conocido en Europa. Se señala en varios tratados que fue México su centro de domesticación (Huerres *et al.*, 1988). Su nombre deriva de la lengua nahuatl de México, donde se le llamaba tomatl.

La planta fue aceptada durante mucho tiempo en Europa como ornamental, dado que se le creía venenosa, por su relación con las plantas de la familia de las solanáceas; y esta creencia se ha mantenido en muchas de las regiones hasta entrado el siglo XX.

El alcaloide causante de la pretendida toxicidad es la tomatina, que se encuentra principalmente en las hojas y en el fruto verde, pero se degrada al madurar.

Su cultivo y consumo ha alcanzado tal difusión que difícilmente puede encontrarse otro producto agrícola que sea consumido en tales cantidades como el jitomate, bien en fresco o en distintos tipos de jugos o salsas (Rodríguez *et al.*, 1997)

2.1.1.1. Importancia alimenticia:

El jitomate constituye parte fundamental de la cocina y de los hábitos alimenticios del mexicano. El consumidor nacional lo adquiere generalmente fresco para ser consumido crudo en ensaladas, comidas rápidas, salsas o acompañando diversos platillos, o cocido, para dar sabor y color (Muñoz et al., 1995).

Debido a su importancia en la cocina mexicana su consumo per cápita es superior al de otros países. En 1997 el consumo per-cápita nacional se estimó en 13.32 kg. por habitante (SAGAR, 1997).

Sin embargo el jitomate no es especialmente nutritivo (Cuadro I) pero puede ser una fuente importante de minerales y vitaminas si se estimula su consumo. No ocupa un lugar importante en la concentración de componentes especiales de la dieta. Por ejemplo, entre las principales frutas y hortalizas que se consumen, el jitomate ocupa el decimosexto lugar como fuente posible de vitamina A, y decimotercero de vitamina C. Sin embargo, debido al gran consumo del mismo, éste ocupa el tercer lugar como fuente real de esas vitaminas (Villareal, 1982).

Por lo tanto, su importancia en la alimentación guarda más relación con el alto consumo del mismo, que con su riqueza, y constituye el principal nutrimento en la alimentación de muchos países (Vives, 1984).

Cuadro 1. Composición química de la parte comestible (100 g)

Componente	Gramos
Agua	94.30
Proteínas	0.90
Grasas	0.10
Carbohidratos	3.30
Fibra	0.80
Cenizas	0.60
Otros componentes	Miligramos
Calcio	7.00
Fósforo	19.00
Hierro	0.70
Vitamina A	1100 UI
Tiamina	0.05
Riboflavina	0.02
Niacina	0.60
Ácido ascórbico	20.00
calorías	17.00

Fuente: Enciclopedia Agropecuaria, 1995.

2.1.1.2. Importancia económica

El jitomate es la hortaliza más extensamente cultivada en el mundo después de la papa. En México se ubica entre las primeras cuatro más importantes (Pérez *et al.*, 1997). Esto se debe, a la gran demanda en el mercado nacional; y es la principal hortaliza de exportación (Banco de México 1997).

Para 1997 en México se cultivaron alrededor de 76, 758 ha; Sinaloa, Morelos, San Luis Potosí, etc. son los principales estados productores. (Cuadro 2).

Cuadro 2 Principales estados productores de jitomate.

Ciclo otoño-invierno 1996/1997		
Estado	Superficie cosechada (Ha)	Producción (Ton)
Sinaloa	22 328	663 803
Baja California	2 103	89 375
Sonora	2 107	50 254
Nayarit	2 247	36 837
Michoacán	1 441	25 547
Baja California Sur	532	19 906
Subtotal	30 758	885 722
Otros	4 799	83 168
Total nacional	35 557	968 890

Ciclo primavera-veranos 1997		
Estado	Superficie cosecha (Ha)	Producción (Ton)
Baja California	8 130	366 887
Jalisco	1 637	48 492
Michoacán	3 926	89 269
Morelos	3 884	55 124
Baja California Sur	1 083	47 391
San Luis Potosí	5 962	106 831
Chihuahua	1 434	41 964
Subtotal	26 055	755 958
Otros	10 355	199 014
Total nacional	36 410	954 972

Superficie y producción 1997	
Superficie sembrada	76 758 has
Superficie cosechada	71 967 has
Producción	1 923 862 ton
Rendimiento	27.6 ton/ha

Fuente: SAGAR, 1997

2.1.2 Clasificación botánica

Clase:	Dicotyledoneae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Subfamilia:	Solanoideae
Tribu:	Solanae
Género:	Lycopersicon
Especie:	esculentum

Fuente: Nuez, 1995.

2.1.3 Características botánicas

2.1.3.1 Raíz

El sistema radical del jitomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias (Nuez, 1995).

La raíz principal pivotante crece unos 3 cm al día hasta que alcanza los 60 cm de profundidad, simultáneamente se producen raíces adventicias y ramificaciones que pueden llegar a formar una masa densa y de cierto volumen.(Rodríguez et al., 1997). Sin embargo, este sistema radicular resulta afectado por las prácticas culturales. Cuando la planta se desarrolla a partir de una semilla, se forma una vigorosa raíz principal que puede llegar a penetrar más de tres metros en terrenos aluviales profundos.

Cuando se realiza el trasplante, la raíz principal se daña y se desarrolla un sistema de raíces laterales secundarias, las cuales a su vez, forman raíces terciarias. En las variedades cultivadas,

la raíz puede extenderse superficialmente sobre un diámetro de 1.5 m y alcanzar más de 0.5 m de profundidad. Generalmente el 70% de las raíces se localizan a menos de 20 cm de la superficie. Todas las raíces absorben agua, mientras los minerales se absorben por las raíces más próximas a la superficie (Varga y Bruinsma, 1986; citado por

2.1.3.2 Tallo

El tallo presenta ramificación dicotómica, epigeo, erguido con 0.4 a 2.0 m de altura (Garza 1985; citado por Pérez, *et al.*, 1997), normalmente tiene un diámetro de 2-4 cm en la base, cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis (Nuez, 1995).

En plantas jóvenes es cilíndrico, más tarde se hace angular, de consistencia herbácea a algo leñosa, con duración anual (Guenkov, 1974).

La ramificación del tallo principal da lugar a dos grupos: determinado e indeterminado.

El tallo del jitomate ramifica con profusión. Las ramificaciones se forman en la zona axilar (área entre el tallo y el peciolo de las hojas) y se denominan hijos: Los hijos aparecen temprano y crecen con más vigor en zonas axilares de las hojas que están situadas inmediatamente debajo de los racimos. La capacidad de ramificar de las diferentes variedades es distinta, unas ramifican más que otras.

En algunas variedades el tallo principal y todas sus ramificaciones terminan en racimo. el crecimiento vertical de las plantas es limitado y por eso se le denomina determinado. Lo más característico en este grupo es la conversión rápida de la yema apical de las ramificaciones, de

vegetativa en generativa y la posibilidad limitada de crear ramificaciones, los frutos maduran considerablemente más temprano.

En el otro grupo de variedades, el racimo ya terminado en la zona axilar de la última hoja, forma un hijo que prosigue el crecimiento del tallo principal. Por tanto, el crecimiento vertical no está limitado por las características morfológicas de la planta. Según las condiciones ambientales y el sistema de cultivo, el tallo puede alcanzar de 2 a 3 m. de altura. A este grupo de variedades se les denomina de crecimiento indeterminado. (Guenkov, 1974)

2.1.3.3 Hojas

Las hojas del jitomate son pinnado compuestas, alternas. Una hoja típica tiene unos 50 cm de largo, algo menos de anchura, con un gran foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales, que pueden, a su vez, ser compuestos.

Los foliolos son usualmente peciolados y lobulados irregularmente con bordes dentados. las hojas del jitomate son de tipo dorsiventral o bifacial (Nuez, 1995). El haz es de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de nervaduras es penninervia (Pérez, *et al.*, 1997), provistas de pelos agudos y glándulas que desprenden un alcaloide de aroma característico denominado tomatina (Rodríguez, 1997).

Las hojas del jitomate varían mucho en cuanto al tamaño, las peculiaridades del margen, carácter de la superficie, etc., según las características hereditarias de las variedades y las condiciones del cultivo (Guenkov, 1974).

2.1.3.4 Flor

Las flores se presentan formando inflorescencias que pueden ser de cuatro tipos: racimo simple, cima unípara, cima bípara y cima múltipara; pudiendo llegar a tener 50 flores por inflorescencia (figura 1).

Normalmente, el tipo simple se encuentra en la parte baja de la planta, predominando el tipo compuesta en la parte superior (Rodríguez, 1997).

La flor es perfecta, regular e hipógina, de aproximadamente 2 cm de diámetro; los pedicelos miden de 1 a 2 cm; el tubo del cáliz es muy corto y consta de 5 ó más sépalos angostos y agudos de 1 cm de largo, con vellos con o sin glándulas, son persistentes; la corola es rotada, con 5 ó más pétalos dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135°, que miden aproximadamente 1 cm de largo, de color amarillo, de forma estrellada, sin vellos glandulares; con un número igual de estambres que se alternan con los pétalos, insertos sobre el corto tubo de la corola, los filamentos son cortos, las anteras alargadas que miden 5 mm aproximadamente, son de color amarillo brillante, conniventes alrededor del estilo; el pistilo tiene varios lóculos, generalmente de 5 a 9, con una placenta carnosa central, el estilo ejerce una presión sobre las anteras circundantes y puede o no ser excerto (Nuez, 1995; SARH, 1972) (figura 2).



Figura 1. Tipos de inflorescencia a) cima unípara, b) cima bípara
c) cima múltipara

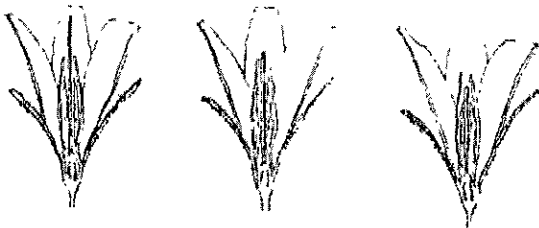


Figura 2. Esquema de flores con estilos de distinta longitud

2.1.3.5 *Fruto*

El fruto del jitomate es una baya lisa; se compone de semillas, de lóculos donde están las semilla - llenos de una materia gelatinosa-, de los tabiques del ovario y de la piel que recubre el fruto (Guenkov, 1974).

-

Todos éstos componentes están determinados por la variedad. Como p. e. pueden ser de aspecto liso ó rugoso; de diferentes formas: redondos, lobulados, periformes, alargados, pseudoovalados; de varios tamaños y de muchos colores.

La coloración de los frutos se determina por la combinación entre la coloración del epicarpio y la del mesocarpio (Guenkov, 1974); siendo roja, rosada a amarillenta según se dé la manifestación de licopeno y caroteno (Garza, 1985; citado por Pérez *et al.*, 1997).

2.1.3.6 *Semilla*

La semilla del jitomate tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5x4x2 mm, y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal (Nuez, 1995). La superficie está cubierta de vellosidades, pequeñas, escamas y restos del tegumento externo que las revestía, son de color grisáceo; en un gramo hay de 300 a 350 semillas (Rodríguez, 1997); La capacidad de germinación se mantiene hasta 5 ó 6 años si las condiciones de conservación son favorables (Guenkov, 1974).

2.1.4 Requerimientos Ambientales

El jitomate es una planta que se adapta bien a una gran variedad de climas, con la sola excepción de aquellos en los que se producen heladas puesto que resulta sensible a este fenómeno.

Dado el desarrollo vegetativo de la planta, se precisa de un período libre de heladas de al menos 110 días (Rodríguez *et al.*, 1997)

2.1.4.1 Temperatura

La temperatura influye en todas las funciones vitales de la planta, como son: germinación, transpiración, fotosíntesis, etc.

La temperatura óptima para la germinación se encuentra entre los 18 y 32° C, siendo la óptima 25° C (Murillo, 1988). La capacidad de germinación a temperaturas bajas (entre 8.5 y 12° C) y muy elevadas (35-37° C), depende mucho de la variedad. Algunos cultivares capaces de germinar a temperaturas bajas, también lo hacen a temperaturas elevadas.

La germinación se produce mejor en la oscuridad y en algunos cultivares resulta inhibida por la luz. Estos efectos están mediados por el fitocromo y dependen de las características de la radiación (Picken *et al.*, 1986; citado por Nuez, 1995).

Para el desarrollo de la planta se requiere de 15 a 29° C; la temperatura óptima para el crecimiento es de 22 ± 7° C. En temperatura permanente menor de 15° C se detiene la floración

y si la temperatura llega a 10° C cesa el crecimiento. En caso de elevarse la temperatura a más de 35° C la fotosíntesis disminuye (Guenkov, 1974).

2.1.4.2 Humedad

La humedad influye sobre el crecimiento de los tejidos, transpiración, fecundación de las flores y desarrollo de las enfermedades criptogámicas (Rodríguez *et al.*, 1997).

El jitomate tiene grandes exigencias como resultado de un gran número de órganos vegetativos y generativos en un período muy corto.

La humedad óptima es de 60-70% de la capacidad de campo, siendo mayor sus necesidades en la fructificación y maduración (Daskalov y Atanassov, 1966; citado por Marrero, 1986).

En condiciones de baja humedad relativa, la tasa de transpiración crece, lo que puede acarrear, especialmente en fase de fructificación cuando la actividad radicular es menor, estrés hídrico, cierre estomático y reducción de la fotosíntesis (Rawson *et al.*, 1977; citado por Nuez, 1995); valores muy altos, especialmente con baja iluminación, reducen la viabilidad del polen pudiendo limitar la evapotranspiración (ET), reducir la absorción de agua y nutrientes y generar déficit de elementos como el calcio, induciendo desórdenes fisiológicos (podredumbre apical) en hidroponía no sucede esto, ya que se tiene un buen control sobre lo anterior. (Adams, 1980; Hurd y Sheard, 1981; citado por Nuez, 1995).

2.1.4.3 Luz

Los efectos de la intensidad luminosa sobre el crecimiento de las plantas, está relacionado principalmente con el papel de la luz en la fotosíntesis (Marrero, 1986).

Los jitomates son exigentes en cuanto a la luz. Para que formen buenos frutos de maduración precoz es necesario un mínimo de 5000 luxes; mientras que para el desarrollo normal de las plantas hace falta generalmente un día de 11-12 horas (Guenkov,1974).

- 2.1.4.4 *Suelo*

El jitomate no es una planta exigente, creciendo en las más variadas condiciones y, aunque prefiere los suelos profundos y con buen drenaje, su sistema radicular poco profundo le permite adaptarse a los suelos pobres y de poca profundidad con buen drenaje (Rodríguez *et al.*, 1997).

Es una planta clasificada como hortaliza tolerante a la acidez, con valores de pH de 5.0-7.0. En lo referente a la salinidad, se clasifica como medianamente tolerante, teniendo valores máximos de 6400 ppm (10 mmho) (Richards, 1954; Maas,1984; citado por Valadez, 1994)

2.1.5 Manejo del cultivo

2.1.5.1 Siembra

En la actualidad para el cultivo intensivo del jitomate se emplea planta procedente de semillero.

Para realizar la siembra en los semilleros, generalmente se aconseja colocar por lo menos dos semillas por cavidad o disco (según el tipo de semilla) y tan pronto como las plantas forman sus cotiledones, se elimina la menos vigorosa cortándole con unas tijeras a nivel del suelo ó

substrato, dejando el número deseado (uno por cavidad, disco, etc.). Si no se lleva a cabo esta operación al comienzo de su desarrollo, las plántulas competirán entre sí por la luz y los nutrientes, teniendo un tallo fino y alargado en el momento del trasplante.

La temperatura del semillero deberá oscilar de un mínimo de 18°C durante la noche a un máximo de 29°C durante el día, lo cual ayudará a una buena germinación y posterior desarrollo de los jitomates (Resh, 1992).

2.1.5.2 Trasplante

El trasplante, es recomendable hacerlo con plantas que lleven cepellón.

Para tener éxito con el transplante, deben observarse las siguientes medidas:

- _ No colocar las plantas al sol directamente.
- _ Sumergir o mojar el cepellón en algún fungicida antes del trasplante.
- _ Desechar las plantas poco vigorosas.
- _ Realizar esta labor en los momentos de menos calor (comienzo del día o atardecer).

Las plántulas en el momento del trasplante deben tener un tamaño de 10-15 cm y 6-8 hojas verdaderas ya formadas (Rodríguez *et al.*, 1997).

Wittwer y Honma (1979) señalan que a los 30-35 días de la siembra, la planta con 3 hojas verdaderas (unos 12 cm de altura) está en condiciones de trasplante al terreno. Una buena planta debe tener una anchura igual o mayor que su altura (Nuez, 1995).

El sustrato debe estar previamente preparado, así como marcado el lugar que va a ocupar la planta, debiéndose abrir un hoyo del tamaño adecuado para depositar el cepellón. Debe dejarse el cuello de la planta a nivel con el sustrato.(Rodríguez *et al.*, 1997).

Tras el trasplante, se da un riego a fin de conseguir una buena humedad en el entorno radicular y un buen contacto del cepellón trasplantado o de la raíz desnuda con el sustrato circundante, que permita un buen desarrollo radicular (Nuez, 1995).

2.1.5.3. Poda y tutorado

La planta de jitomate, en cultivares vigorosos de crecimiento indeterminado, puede alcanzar grandes longitudes (que pueden superar los 10m), pero sólo los 2 ó 3 terminales (metros del tallo) mantienen hojas, flores y frutos; el sistema de poda y tutorado debe permitir la mayor accesibilidad de los operarios a esta parte terminal de la planta para las diversas labores del cultivo (Van de Vooren *et al.*, 1986: citado por Nuez, 1995).

Factores a considerar al realizar la poda:

- 1.- Marco de plantación aplicado. Cuanto mayor sea el marco de plantación mayor será el número de brotes que se pueden dejar.
- 2.- Precocidad que se quiere obtener. Con la poda del tallo principal y despuntándose lo antes posible se obtiene una máxima precocidad.

- 3.- Variedad empleada. Las variedades según sean más o menos vigorosas llevarán un tipo u otro de poda.
- 4.- Época de plantación. Según la época de la plantación llevará uno u otro tipo de poda, ya que las horas de luz, problemas fitosanitarios, etc. actúan de forma diferente dependiendo de la estación en que se cultiven.

Los tipos básicos de podas son dos: a uno ó dos tallos; en la poda a un tallo se eliminan todos los brotes axilares del tallo principal, permitiendo el crecimiento indefinido de la guía principal hasta su eventual despunte.

En la poda a dos tallos, se eliminan todos los brotes excepto el que sale por debajo del primer racimo floral que se dejará como el segundo tallo principal, al cual también se le eliminan todos los brotes posteriores.

También se encuentra la poda Hardy que es la menos utilizada y consiste en despuntar el tallo principal por encima de la primera, segunda o hasta la tercera hoja después de la primera inflorescencia; de los brotes que salen de las axilas de estas hojas se dejan dos tallos guías, debiendo ser hojas opuestas, luego se realiza todo igual que en las anteriores (Rodríguez, 1995). Otras variantes de poda a más de dos tallos (poda en candelabro, a 3 tallos, ...) son poco empleadas hoy en día, especialmente en cultivo bajo invernadero; ya que el aumento de número de tallos guía, incide en el tamaño de fruta (menor tamaño con más guía) y estará limitado por el vigor del cultivar (Nuez, 1995).

Aunque el tomate es una planta herbácea en su etapa inicial de crecimiento, el tallo se lignifica parcialmente en etapas posteriores, pero la debilidad de su cuello exige el empleo de soportes o tutores, salvo en cultivares de porte enano (Nisen *et al.*, 1990 citado por Nuez, 1995).

El tutorado permite una mejor aireación del cultivo, facilita las operaciones de tratamientos fitosanitarios y permite obtener frutos más limpios y sanos, evitando roces.

En invernadero, el tutorado se sustenta en un enramado de alambre, en la estructura del invernadero. Para cada planta se emplea normalmente un hilo de plástico (normalmente rafia de polipropileno) al cual se une la planta, bien por anillos de sujeción liándolo al tallo (si bien este procedimiento es más propenso a producir rozaduras y heridas al tallo, y es una vía de acceso de enfermedades). En la parte inferior, el hilo se ata a la planta, a un alambre horizontal o se clava al suelo. En la parte superior, el hilo se ata a los alambres del tutorado; para el tipo de tutorado descolgado es necesario unirlo aun gancho, que recoge enrollado el resto del hilo que irá soltándose al crecer la planta (Nuez, 1995).

2.1.5.4. Riego

Los requerimientos del jitomate en cuanto a la humedad del sustrato no son muy elevados y varían de acuerdo con las fases de desarrollo del cultivo; la de mayor demanda es la floración-fructificación, que representa el 45-50% del consumo total, por lo que es imprescindible mantener durante este período un régimen de humedad en el sustrato, que satisfaga las necesidades del cultivo.

El tiempo entre los ciclos del riego del cultivo en invernadero dependen también de otros factores, entre los que se incluyen la longitud del día, la intensidad lumínica, la temperatura y el tipo de medio utilizado para el cultivo. En los cultivos en arena y aserrín serán suficientes algunos riegos, al día, mientras que en grava se deberán repetir con pocas horas de intervalo, mientras exista luz solar.

Después del trasplante se regará cada dos horas durante quince minutos mientras exista luz diurna, a lo largo de las dos primeras semanas, hasta que las plantas estén asentadas, es decir, hasta que las raíces comienzan a crecer fuera de las paredes de turba alcanzando la grava, lo que se conocerá por un fuerte desarrollo foliar.

2.1.6. Principales plagas, enfermedades y su control

El jitomate es una de las hortalizas que más características presenta para el estudio entomológico y fitopatológico, ya que es una de las que más insectos plaga, enfermedades patológicas y fisiológicas presenta, desde plántula hasta la cosecha de los frutos. De los insectos plaga es difícil definir cuál es el más problemático, debido a que todos se presentan en poblaciones altas cuando no se tiene un control adecuado, al igual que las enfermedades (Valadez, 1994).

Cuadro 3. Principales plagas del jitomate

PLAGA	NOMBRE CIENTÍFICO
Gusano alfiler	<i>Keiferia licopersicella</i>
Gusano del fruto	<i>Heliothis zea</i>
Minador de la hoja	<i>Liriomyza munda</i>
Mosca blanca	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
	<i>Bemisia tabaci</i>
Gusano soldado	<i>Spodoptera exigua</i>
Gusano falso medidor	<i>Trichoplusia ni-</i>
Pulgones	<i>Aphis spp.</i>

Fuente: Nuez *et al.*, 1995.

Cuadro 4. Principales enfermedades del jitomate

ENFERMEDAD	NOMBRE CIENTÍFICO
Tizon temprano	<i>Alternaria solani</i>
Tizon tardío	<i>Phytophthora infestans</i>
Mancha de la hoja	<i>Glomerella cingulata</i>
Cenicilla	<i>Odiopsis taurica</i>
Marchitez	<i>Fusarium oxysporum</i>

Fuente: Nuez *et al.*, 1995.

2.2. Factores que afectan la floración

La diferenciación y desarrollo de la flor constituyen etapas previas a la fructificación y, en consecuencia, todos los factores que afectan la floración pueden influir sobre la precocidad, rendimiento y calidad de los frutos. La floración es un proceso complejo afectado por numerosos factores entre los que destacan: variedad, temperatura, iluminación, competencia con otros órganos de la planta, nutrición mineral, estrés hídrico y los tratamientos con

reguladores de crecimiento. El hábito de ramificación de la planta también tiene una influencia determinante sobre la floración, produciéndose ésta de forma prácticamente continuada en los cultivos de crecimiento indeterminado, mientras que en los de tipo determinado lo hace en una época específica (Nuez, 1995).

2.2.1 Iniciación floral

Cuando el cultivo se mantiene a bajas temperaturas, se favorece la formación de flores, siempre y cuando exista también baja iluminación. Así p. e., una temperatura de 15° C puede adelantar la floración unos 14 días respecto a las plantas cultivadas a 25° C. Cuando la iluminación es deficiente, el tiempo hasta la apertura de la primera flor en la primera inflorescencia depende de la radiación total recibida. Por el contrario, en verano cuando la radiación es elevada, la apertura de las flores se produce unos 40 días después de la expansión de los cotiledones, independientemente de la radiación total. La iluminación solar puede afectar al tiempo para la floración a través de sus efectos sobre el momento de iniciación de la inflorescencia. A diferencia de lo que sucede con otras plantas, el fotoperiodo tiene un efecto relativamente débil sobre la iniciación de la flor (Calvert, 1969; citado por Nuez, 1995).

Por otro lado Edelshtein (1953) señala que por debajo de los 15° C se detiene la floración; por su parte Papadekis (1960) asegura que las plantas florecen más temprano cuando las temperaturas son más altas (Marrero, 1986).

La iniciación de las flores se retrasa cuando existen deficiencias en la nutrición mineral de la planta, particularmente en nitrógeno, fósforo y potasio, ocasionan un retraso general del

crecimiento y desarrollo de la planta más que a un efecto específico sobre la floración. Cuando la iluminación limita seriamente el crecimiento, el estrés hídrico puede promover el desarrollo floral (Atheton y Harris, 1986; citados por Nuez, 1995).

También Abdalla y Verkak (1968) coinciden con ello precisando que en altas temperaturas los botones llegan a ser visibles a los 30 días de siembra a diferencia de las temperaturas normales donde ocurre a los 42 días (Marrero, 1986).

2.2.2. Cantidad de flores por inflorescencia

El número de flores iniciado en la primera inflorescencia varía ampliamente y está afectado por las condiciones ambientales. El periodo en que la planta es sensible a estos efectos comienza unos 8 días después de la expansión de los cotiledones y continúa durante una o dos semanas (Calvert, 1964).

A temperaturas nocturnas altas 22-30° C los jitomates forman menos flores que a temperaturas de 8-16° C (Guenkov, 1974).

El fotoperiodo no afecta al número de flores formadas en la primera inflorescencia (Hurd, 1973; citado por Nuez 1995). El número de flores formado en la segunda inflorescencia y siguientes resulta afectado por las condiciones del desarrollo posterior de la planta (Nuez, 1995).

La nutrición afecta más al tamaño de las inflorescencias que al tiempo hasta su iniciación. El aumento en la fertilización nitrogenada puede incrementar el número de flores en la primera inflorescencia. Cuando las deficiencias son severas pueden provocar el aborto de las flores. En

plantas cultivadas en macetas pequeñas el tamaño de las inflorescencias puede disminuir debido a la restricción en el suministro de agua o de nutrientes (Coopen y Hurd, 1968; citados por Nuez, 1995).

2.2.3. Crecimiento y desarrollo de las flores

La temperatura tiene una importancia fundamental en la velocidad de desarrollo de las flores después de su iniciación; puede afectar también la morfología floral y el número de partes de las flores aumentando generalmente al reducir la temperatura. Los cultivares con ovarios multiloculares producen más carpelos en ambientes frescos que cálidos (Sawhney, 1983; citado por Nuez, 1995). Las temperaturas elevadas pueden promover la excursión del estilo y reducir la autopolinización y cuajado de frutos (Guenkov, 1974).

La falta de luz detiene la asimilación formando flores pequeñas, apretadas, defectuosas y pobres en polen; conviene por ello no usar densidades muy altas para aminorar este problema (Grajales y Márquez, 1997).

Las deficiencias minerales, particularmente en nitrógeno, fósforo y potasio, retrasan el desarrollo de las flores pudiendo provocar incluso el aborto de las mismas (Adams *et al.*, 1973; citado por Nuez, 1995). Por otro lado las plantas de gran desarrollo producen flores de formas irregulares que no abren o se abren mal y, por tanto, tienen una fructificación defectuosa. Por ello es conveniente un cultivo de desarrollo y vigor medio (Grajales y Márquez, 1997).

2.3. Polinización

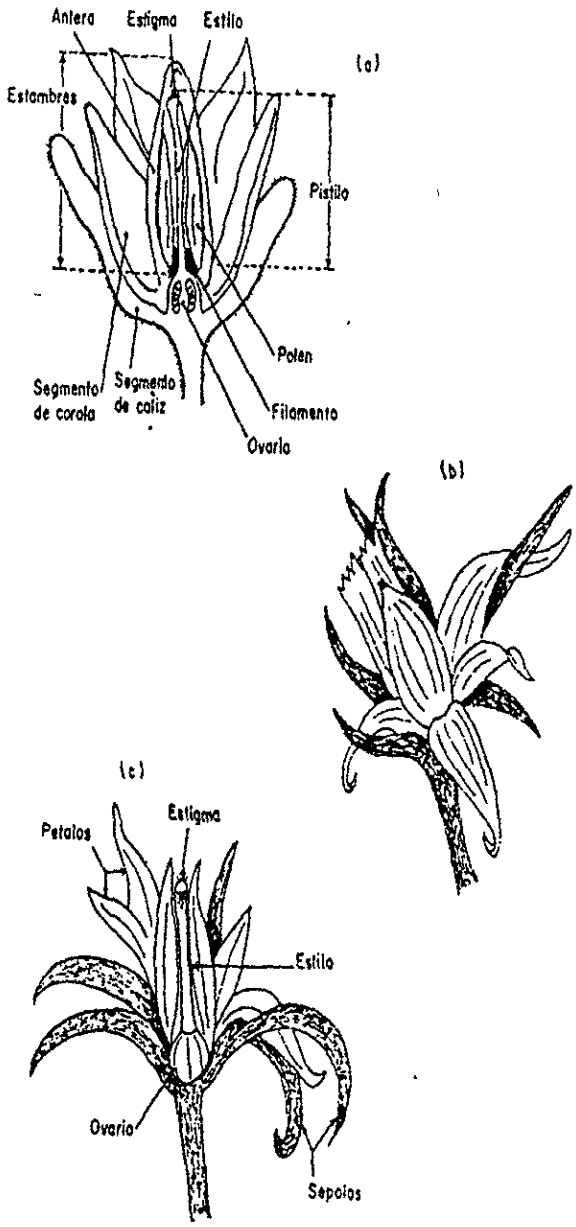
Para poder comprender el mecanismo de polinización es necesario conocer las partes de las que se compone una flor completa, como en éste caso la del jitomate.

El ANDROCEO es el conjunto de órganos masculinos de la planta y se compone de estambres. El estambre a su vez, está compuesto por un filamento y anteras. La antera está formada por sacos polínicos donde se encuentran los granos de polen. Cada grano posee dos membranas, una externa o EXINA y una interna o INTINA. La exina posee poros por donde sale el tubo polínico una vez que germina el grano de polen.

El GINECEO es el órgano femenino de la planta constituido por el pistilo. El pistilo a su vez, está compuesto por el ovario el cual contiene a los óvulos; el estilo, quien une al estigma con el ovario, a través del cual crece el tubo del polen; y el estigma que es la parte terminal del pistilo o del estilo en donde se deposita el grano de polen (figura 3).

Se llama POLINIZACIÓN a la transferencia de polen desde la antera, hacia el estigma.

Cuando el polen se adhiere al estigma germina, y produce un tubo polínico que crece en dirección al ovario, la gameta masculina se transfiere a través del tubo y se une a la gameta femenina (ovocélula) para formar un huevo o cigoto; permitiendo de esta forma el desarrollo del fruto que protege a las semillas. Así, una semilla es un óvulo fecundado y maduro, mientras que un fruto es el ovario fecundado y maduro.



gura 3. Flor completa del jifomate (androceo y gineceo a) vista de un corte vertical, b) vista lateral, c) vista lateral del pistilo

2.3.1. Polinización natural

El jitomate generalmente se considera como planta autógama. La estructura de su flor favorece la autopolinización completa sin necesidad de insectos u otros agentes polinizantes; el estigma es receptivo desde 1 a 2 días antes de que ocurra la dehiscencia y permanece así hasta 8 días después; las anteras se abren 1 ó 2 días después de que ocurre la anthesis, favoreciéndose la polinización mediante la caída directa de los granos de polen sobre el pistilo (Garza, 1985), la mayor parte de los cultivares, especialmente los obtenidos para la producción en invernadero, conservan este carácter. Existe algo de polinización cruzada que puede ocurrir por una o varias razones. En primer lugar, existe la posibilidad de que un insecto apropiado introduzca polen extraño y este riesgo es mayor cuando las flores se han emasculado para la producción de semilla F1 (Raymond, 1989).

Otro factor es la presencia de insectos polinizadores capaces de la polinización cruzada. Estos insectos son más frecuentes en zonas próximas a su hábitat original de Sudamérica. No se conoce esta posibilidad en otras zonas.

En condiciones de invernadero se considera necesario agitar diariamente las plantas para ayudar a transferir el polen de las anteras a los estigmas. Una confirmación de que la polinización está teniendo lugar de forma satisfactoria es cuando se pueden ver abiertas dos flores sucesivas del mismo racimo. Las flores precedentes al racimo habrán sido polinizadas y las flores sucesivas estarán todavía en yema.

El período desde polinización a madurez dependerá del cultivar y del medio. Este período puede ser desde 40 60 días, pero lo normal en la mayor parte de las zonas productivas es de 45 días.

A pesar de los esfuerzos de los mejoradores para dirigir la selección hacia la autogamia total, existen algunos cultivares cuyas flores tienen largos estilos que favorecen la fecundación cruzada. La mayoría de los cultivares modernos tienen flores de estilo corto.

2.3.2. Emasculación y polinización artificial

Villareal (1982) menciona que existen varios métodos de emasculación y polinización, pero el más eficiente —en términos de rendimiento de semillas y de la mano de obra— es el que usan los productores de semillas de Taiwán. La emasculación del progenitor femenino comienza cuando el segundo racimo floral llega a la etapa de botón: en la tarde se eliminan cuidadosamente los conos de las anteras con pinzas. La emasculación continúa conforme otros racimos de flores llegan a la etapa de botón (hasta el sexto o séptimo racimo floral). Una parte o todo el pétalo se conserva para que sirva de indicador de la receptibilidad del estigma. Cuando el pétalo de la flor emasculada comienza a ponerse amarillo brillante, el estigma está listo para la polinización; todas las flores que se quedaron sin emascular se eliminan tan pronto como sea posible para evitar contaminaciones.

En la polinización la proporción corriente de progenitores masculinos a femeninos es de 1:6. Los progenitores masculinos generalmente se siembran una o dos semanas más temprano que los progenitores femeninos para que haya suficiente polen cuando los femeninos están listos para el cruzamiento. Se siembran en campos separados y solamente los progenitores femeninos se podan y se estaquillan. El polen se colecta del progenitor masculino sacudiendo la flor con la mano o con un vibrador, y una vez recogido se pone en un recipiente de boca ancha en donde

se puede introducir el dedo índice y hacerlo llegar hasta el polen. luego el dedo índice toca ligeramente un estigma receptivo para efectuar la polinización. Después de la polinización se eliminan dos o tres sépalos para que ello sirva de marca para los frutos polinizados manualmente. esto es de especial utilidad a la hora de la cosecha, en jitomate (figura 4)

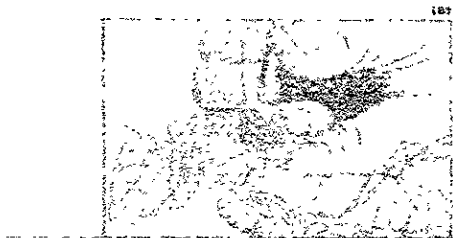
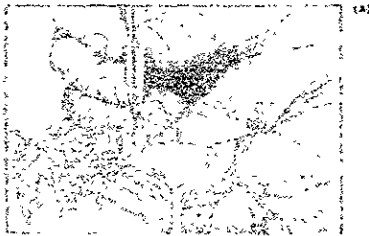
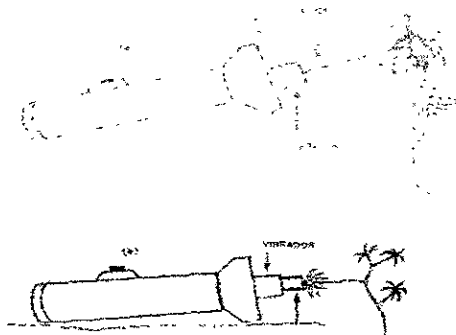


Figura 4. Emasculación y polinización

2.4. Generalidades de la Hidroponía: sistema de producción intensivo de hortalizas.

Steiner (1968) define como hidroponía al sistema de cultivo de plantas no acuáticas, en el cual las raíces se encuentran en un medio inorgánico: la solución nutritiva, de la cual son abastecidas. Una solución nutrimental consiste de agua, oxígeno, carbono y CO₂ y todos los nutrimentos para las raíces en forma inorgánica; y eventualmente algunos compuestos orgánicos específicos como quelatos de fierro y de algún otro micronutriente.

2.4.1 Nutrimentos de las plantas.

Sánchez y Escalante (1988) consideran como solución nutritiva al conjunto de elementos requeridos por las plantas disueltos en agua. Peningsfeld y Kurzman (citados por Baca, 1983) indican que un punto decisivo para el éxito en el cultivo hidropónico es la composición de las soluciones nutritivas, que deberán contener todos los elementos necesarios para las plantas, en las condiciones adecuadas y en las dosis convenientes, debiendo cumplir junto a la misión de los elementos nutritivos, la que efectúan los microorganismos y coloides en el suelo.

Steiner (1968) señala que se han publicado más de 300 fórmulas manejadas como composiciones especiales para cierta clase de plantas, la mayoría de ellas provienen de experimentos en los cuales una cierta composición obtenida para un cultivo en particular se publicó como solución para ese cultivo, cuando en realidad simplemente se obtuvieron resultados aceptables. Muchas de esas composiciones no son verdaderas soluciones, sino suspensiones donde existen partículas o moléculas no disociadas.

En 1961 desarrolló un método para la preparación de soluciones nutritivas verdaderas de una cierta composición deseable y que cumpliera con los siguientes requisitos:

- a) Una concentración iónica total (concentración total de sales).
- b) Una concentración relativa de aniones.
- c) Una concentración relativa de cationes
- d) Un determinado pH.

Steiner (citado por Baca, 1995) considera que una solución nutritiva verdadera es aquella cuya fórmula coincide con el análisis químico de la misma, en la cual los nutrimentos están completamente disociados y en estado activo.

Steiner basándose en los resultados obtenidos en sus trabajos ha observado que la presión osmótica es el mayor determinante del crecimiento, desarrollo y producción de la planta, y que depende de la clase de planta y del clima. Steiner recomienda las siguientes presiones osmóticas para jitomate en hidroponía: Para regiones templadas con inviernos oscuros: en invierno 1.8 atm; en primavera 1.1 atm y en verano 0.7 atm; para regiones tropicales 0.5 atm.

Uso de hidroponía en el mejoramiento genético del jitomate

Barraclough y Hughes (1994) reportan el uso de hidroponía para el crecimiento y evaluación de variedades para procesamiento en California. Consideran posible conducir una secuencia de pruebas provocando una mínima variación planta a planta, resultando en características de calidad y fruto comparables a las obtenidas en campo. Evaluaron la calidad del fruto contemplando tamaño, grados brix y consistencia. La ventaja de esta técnica es conocer el

grado de control necesario para la evaluación de material biológico en pruebas experimentales de 200 plantas. Cosechas repetidas de la misma planta permitirían conducir por un intervalo de tiempo a dilucidar cómo las variables de procesamiento influyen en las propiedades de la pasta de jitomate reduciendo la variabilidad entre la materia prima.

III. MATERIALES Y METODOS

En la presente investigación se realizó la caracterización floral de 10 líneas experimentales de jitomate bajo condiciones de invernadero en un sistema hidropónico, para lo cual se utilizó un laboratorio en donde se identificaron las diferentes características florales de cada una de ellas.

3.1. Lugar de realización del trabajo experimental.

El trabajo experimental se realizó en las instalaciones del Colegio de Postgraduados, en Montecillo, Estado de México. Esta localidad se ubica a los 19° 30' de Latitud Norte, 98° 51' de Longitud Oeste y a una altitud de 2240 metros sobre el nivel del mar, que de acuerdo con García (1973) tiene un clima templado con lluvias en verano, el más seco de los subhúmedos, con verano fresco y largo; con una temperatura media anual entre los 12 y 18° C, la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre los 5 y 7°C.

3.2. Invernadero.

La estructura del invernadero es de madera, con techo a dos aguas cubierto con lámina de acrílico acanalada, las paredes están cubiertas con una capa de plástico (polietileno) transparente y otra capa de malla de alambre. El piso es de cemento, con rendijas en la base las cuales son para el desagüe, tiene dos puertas ambas de madera y del mismo material de las paredes, encontrándose una en el frente y la otra en la parte posterior del invernadero.

Las dimensiones que se tienen en el invernadero son las siguientes (figura 5)

Frente (SO) 6 80 m

Costado (NO) 11 80 m

Costado (SE) 9 10 m

Fondo (NE) 4 10 m

Diagonal (E) 3 80 m

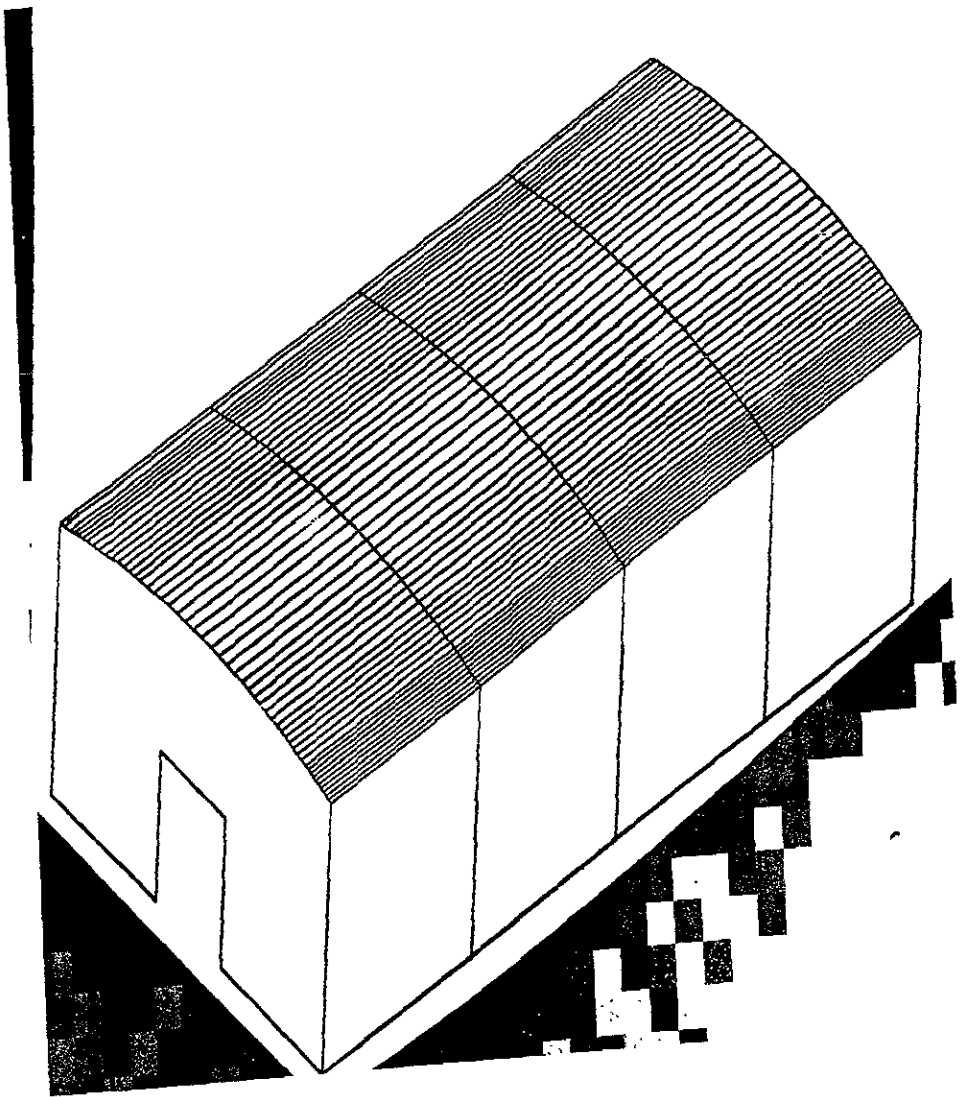


Figura 5.

3.3. Material genético.

Los genotipos de jitomate empleados fueron los siguientes:

Número	Genealogía	Origen	Hábito de crecimiento
1	CPJL-1	Mont.90	Indeterminado
2	CPJL-2	Mont.90	Determinado
3	CPJL-3	Mont.90	Determinado
6	CPJL-4-5	Mont.91	Determinado
7	CPJL-4-6	Mont.91	Determinado
9	CPJL-4-8	Mont.91	Determinado
14	CPJL-5-4	Mont.91	Determinado
16	CPJL-5-6	Mont.91	Determinado
19	CPJL-7-5	Mont.91	Determinado
20	CPJL-7-8	Mont.91	Determinado

3.4. Solución nutritiva.

Se emplearon los criterios propuestos por Steiner (1984) de la Solución Nutritiva Universal, manejándose una presión osmótica (concentración total de sales expresada en atmósferas), solución 0.7 atm.

En la preparación de la solución nutritiva se empleaban 3 depósitos con capacidad de 200 litros cada uno, a los cuales se les agregó agua de pozo, posteriormente se disolvían cada uno de los fertilizantes en el siguiente orden: sulfato de magnesio, nitrato de calcio, nitrato de potasio, sulfato de potasio, sulfato de hierro; microelementos tales como sulfato de manganeso, ácido bórico, sulfato de zinc y sulfato de cobre agregando al final ácido fosfórico, en cantidades previamente calculadas para los 200 litros de agua. Una vez terminada la preparación de la solución, se media el pH, ajustándolo con ácido sulfúrico (H_2SO_4) a un valor de 5.5.

3.5. Sistema hidropónico.

Se utilizó un sistema hidropónico abierto, constituido por 3 camas de siembra 14.7 m^2 , cada una (9.80 m de largo, 0.50 m de ancho y 0.20 m de profundidad) con estructura de madera, unidas con soleras y tornillos cubiertas en el interior con plástico transparente. El sustrato empleado fue tezontle rojo con granulometría 2-10 mm. La distancia entre camas es de 75cm, con un metro en cada extremo respecto a las paredes frontal y posterior del invernadero.

Para controlar el suministro de la solución se colocaron en el costado y cerca de la base, llaves de paso tipo compuerta de $1 \frac{1}{2}$ pulgada de diámetro; a esta llave se conectaron dos mangueras de poliducto negro de $\frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro mediante una T de PVC de $\frac{1}{2}$ pulgada, conectada a su vez a una campana reductora de $1 \frac{1}{2}$ pulgada; también se emplearon un codo de $1 \frac{1}{2}$ pulgada y dos de $\frac{1}{2}$ pulgada para orientar las mangueras de poliducto negro de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro horizontalmente sobre las camas de siembra, y paralelamente a lo largo de ellas insertándoles a cada una 25 microtubos de 0.62 pulgadas de diámetro interior y 50 cm de largo, distanciados entre sí 35 cm para quedar un microtubo ubicado en la base del tallo de cada planta.

3.6. Diseño experimental.

El diseño experimental que se empleó fue el de bloques completamente al azar con tres repeticiones, (las repeticiones estuvieron representadas cada una por una cama) en cada una de las cuales se colocaron cuatro plantas por línea, obteniéndose así 140 plantas por repetición a doble hilera con una distancia entre plantas de 35 cm.

Esquema del diseño experimental: Bloques completamente al azar

Testigos

Testigos

20	16	14	20	7	9	3	19	1	2	6	16	14	9	7
20	16	14	20	7	9	3	19	1	2	6	16	14	9	7

6	3	7	16	1	3	6	19	14	2	9	20	1	20	16
6	3	7	16	1	3	6	19	14	2	9	20	1	20	16

14	9	20	6	2	9	16	19	14	7	3	1	7	6	3
14	9	20	6	2	9	16	19	14	7	3	1	7	6	3

3.7. Manejo del cultivo

3.7.1. Siembra.

Se llevo a cabo el día 5 de mayo de 1998, en dos charolas de poliestireno de 200 cavidades, utilizando como sustrato arena de tezontle rojo en donde se hizo un orificio de un centímetro de profundidad depositándose tres semillas por cavidad, posteriormente se cubrieron con una capa del mismo sustrato. El riego aplicado fue sólo con agua.

Durante la estancia de las plántulas en las charolas se realizaron aplicaciones de fertilizante foliar (Nutricalcio y Bayfolan), con una mochila, así como también un fungicida (Ridomil Bravo) para prevenir ciertas enfermedades.

3.7.2. Transplante.

A los 56 días después de la siembra se efectuó el trasplante (1 de Julio de 1998), extrayendo las plantas de la charola previamente regadas para evitar el daño en las raíces, y después fueron colocadas en cada una de las camas. A una distancia entre plantas fue 35 cm a dos hileras por cama. Depositando una planta por sitio enterrándolas hasta el cuello de la planta; al momento del transplante las plantas una altura de 25 a 30 cm. permanecieron más tiempo del previsto en el semillero.

3.7.3. Frecuencia del riego.

Establecidas las plantas en las camas se regaron con la solución 1 (0.5 atm.), durante 15 días.

Después se cambió a la solución 2 (0.7 atm.) con la cual se llevaron a cabo los riegos hasta el final del experimento. Dichos riegos (riego por goteo) se aplicaron dos veces al día; uno a las 9:00 a. m. y el otro a las 12:00 a.m., durante 5 minutos cada uno.

A continuación se presenta en el cuadro 5 la concentración de la solución nutritiva 0.7 atm.

Cuadro 5. Concentración de la solución nutritiva

REACTIVO	UNIDAD	SOLUCION 0.7 ATM.
MgSO ₄	Gramos	94
Ca(NO ₃) ₂	Gramos	206
KNO ₃	Gramos	69
K ₂ SO ₄	Gramos	68
FeSO ₄	Gramos	16
H ₂ PO ₄	Mililitros	17
Elementos menores		
MnSO ₄	Gramos	0.75
Acido bórico	Gramos	0.91
ZnSO ₄	Gramos	0.02
CuSO ₄	Gramos	0.08

3.7.4. Poda y tutoreo

La poda se realizó a 3 tallos con el fin de obtener mayor número de racimos florales; durante el crecimiento de la planta se fueron eliminando los chupones axilares manualmente; también se efectuaron podas de sanidad eliminando las hojas enfermas y secas de la planta.

Para llevar a cabo el tutorado se acondiciono una estructura de alambres sobre las camas, para sostener los hilos (rafia) que guiaron los tallos en crecimiento, los cuales se colocaron desde la base de la planta hasta la parte superior de la misma enredándolo por debajo de las hojas para sostenerlas.

3.7.5. Control fitosanitario.

La plaga que se tuvo en el invernadero durante la estancia del cultivo fue la mosquita blanca, para cuyo control se hicieron aplicaciones foliares de productos comerciales como el Lannate y el Taistar, con una mochila de capacidad de 5 litros. Las aplicaciones para el control de este insecto dependieron de su incidencia en las plantas.

En lo que se refiere a enfermedades se hicieron aplicaciones preventivas con funguicidas como Manzate (Anexo 1).

3.8. Variables de estudio.

3.8.1. Flor

La recolección de las flores se realizó a partir del día 18 de Agosto de 1998, en donde se consideraron a evaluar las siguientes variables:

3.8.2. Número de flores por inflorescencia.

Para la toma de datos se recolectó entre el tercer y cuarto racimo de cada una de las plantas y se consideraron todas las flores (flores completamente abiertas, semiabiertas y los botones.

3.8.3. Número de pétalos y sépalos.

Cantidad de pétalos y sépalos formados hasta el momento de la antesis.

3.8.4. Facilidad de manipulación de la flor

Se tomaron las flores con las manos a partir del pedicelo y con una pinza (depiladora) se desprendió una antera, posteriormente se desprendieron las otras anteras dándoles un jalón al mismo tiempo con las pinzas.

De aquí se consideraron las siguientes calificaciones para medir la facilidad de manipulación a la hora de emascular la flor.

1 = Muy fácil

2 = Fácil

3 = Medianamente fácil

4 = Difícil

5 = Muy difícil.

3.8.5. Longitud del pistilo.

Se midió a partir de la base donde se une con el ovario hasta la superficie estigmática.

Para medir el pistilo se utilizó un microscopio de disección y papel milimétrico. El papel se colocó en la base del microscopio, sobre el cual se colocó el pistilo y se observó a través de la lente del microscopio para tomar la medida de éste.

3.8.6. Tamaño y forma del estigma.

Para el tamaño, se consideró la medición en papel milimétrico tomando como base los siguientes parámetros:

1 = Muy grande

2 = Grande

(aprox más de 1 mm cuadrado respectivamente.)

3 = Mediano (aprox 1 mm cuadrado)

4 = Pequeño 5 = Muy pequeño

(aprox menos de 1 mm cuadrado respectivamente)

La escala es empírica creada para este fin.

3.8.7. Longitud de las anteras.

Se midieron las anteras desde la base hasta la punta de las mismas. (Mismo procedimiento que se utilizó para medir la longitud del pistilo).

IV RESULTADOS

Cuadro 7. ANALISIS DE VARIANZA

C.V.	GL	V1		V2		V3		V4		V5		V6	
		CM	Pr> F	CM	Pr> F	CM	Pr> F	CM	Pr> F	CM	Pr> F	CM	Pr> F
BLOQUE	2	0.00336	0.9095	0.00327	0.0629	0.07933	0.2994	1.27080	0.0209	0.00075	0.5068	0.09715	0.0649
LINEAS	8	0.16980	0.0037	0.01565	0.0001	0.21116	0.0165	1.76203	0.0006	0.00157	0.2424	0.35465	0.0001
ERROR	16	0.03521		0.00098		0.06094		0.25557		0.00106		0.02980	
C.V.%		3.1149		4.2163		7.2659		10.6854		3.4475		7.6317	

Análisis de Varianza.

En el cuadro se muestran los resultados del análisis de varianza para las variables de caracterización floral.

Se presentan diferencias significativas (5%) para todas las variables excepto la variable V5, siendo las de mayor significancia la variable longitud del pistilo (V2) y la facilidad de manipulación (V6).

Cuadro 8. CORRELACION ENTRE VARIABLES

	V2 Longitud del estilo	V3 Tamaño del estigma	V4 Número de carpelos	V5 Longitud de las anteras	V6 Facilidad de manipulación
V1 Número de pétalos	0.0200	0.0059	0.2305	0.2571	0.0643
V2 Longitud del estilo		0.897	0.0055	0.0183	0.1208
V3 Tamaño del estigma			0.1851	0.4324	0.5532
V4 Número de carpelos				0.6135	0.8869
V5 Longitud de las anteras					0.7371

*,**,*** para $\alpha \leq 0.05, 0.01$ y 0.001

Análisis de correlación.

El número de pétalos (V1) correlaciona significativamente en forma negativa con la longitud del pistilo (V2), el tamaño del estigma (V3) y con la facilidad de manipulación (V6), lo que nos indica que al incrementarse el número de pétalos el desarrollo del estigma, posiblemente debido a la competencia de nutrientes que existe entre ellos.

El número de pétalos (V1) existe una correlación menor en forma negativa con la facilidad de manipulación (V6) lo que significa que a mayor número de pétalos resulta más difícil el desprendimiento de estos.

La longitud del pistilo (V2) correlaciona significativamente de forma positiva con el tamaño del estigma (V3) (ésta variable es poco significativa), con el número de carpelos (V4) y con la

longitud de las anteras (V5), con esto se observa que si es mayor la longitud del pistilo (V2) aumenta el tamaño del estigma (V3), el número de carpelos (V4) y la longitud de las anteras.

De lo anterior se puede interpretar que a mayor proporción del pistilo, aumenta la parte basal de éste (cárpelo) y por consiguiente el tamaño del estigma va a aumentar también, asimismo hay un aumento en la longitud de las anteras que sobrepasan al pistilo este crecimiento es normal y bajo condiciones normales de temperatura y baja iluminación se mantiene por debajo del pistilo, pero con el aumento de la temperatura el estilo logra sobrepasar a las anteras, esto no ocurrió en el experimento ya que se mantuvo una temperatura favorable.

Cuadro 9. COMPARACIÓN DE MEDIAS (T5%)

LINEA	V1 Número de pétalos		V2 Longitud del estilo		V3 Tamaño del estigma		V4 Número de carpelos		V5 Longitud de las anteras		V6 Facilidad de manipulación	
	Media	Grupo	Media	Grupo	Media	Grupo	Media	Grupo	Media	Grupo	Media	Grupo
1	6.5277	A	0.6773	CD	3.0830	B	4.4443	BC	0.9206	A	2.0000	DC
2	6.0827	BA	0.8210	BA	3.1387	BA	4.6110	BC	0.9436	A	2.7773	A
3	5.8610	B	0.8740	A	3.8330	A	6.3330	A	0.9650	A	2.3050	BDAC
6	5.9163	B	0.7533	BC	3.2773	BA	4.6387	BC	0.9826	A	2.3610	BAC
7	5.6943	B	0.7735	B	3.6940	BA	3.7497	C	0.9683	A	2.3887	BAC
9	5.9720	B	0.7360	BCD	3.1663	BA	5.3050	BA	0.9426	A	2.1940	BDC
16	5.9997	BA	0.7553	BC	3.4440	BA	5.1107	BAC	0.9646	A	1.8053	D
19	5.9443	B	0.6706	CD	3.3330	BA	4.2773	BC	0.9280	A	2.6940	BA
20	6.2220	BA	0.6546	D	3.6107	BA	4.1107	BC	0.9193	A	1.8330	D

Las líneas que muestran diferencias significativas respecto a las demás son la 1, 3 y 20 respectivamente, siendo las líneas 3 y 9 significativamente diferentes a todas las demás excepto en las variables 1 y 5 (número de pétalos y longitud de las anteras); en tanto que la línea 1 es significativamente diferente a las otras excepto en las variables 4 y 5 (número de carpelos y longitud de las anteras).

Por lo tanto las variables que forman menos grupos de líneas significativamente diferentes son V1, V3 y V5 (número de pétalos, tamaño del estigma y longitud de las anteras; es decir en estas variables las líneas son similares entre sí, siendo significativamente diferentes en las variables V2, V4 y V6 (longitud del pistilo, número de carpelos y facilidad de manejo).

V. CONCLUSIONES

1.- De las 10 líneas evaluadas solamente 3 (la 1,3 y 20) presentan diferencias en las estructuras florales y por tanto podrían tener un mejor manejo en la emasculación y polinización manual; en tanto que 6 (la 2,6,7,9,16,y 19) no presentan diferencias significativas en sus estructuras florales.

2.- La línea que puede ser utilizada como progenitora macho es la línea 3 ya que presenta un diámetro del estigma más pequeño lo que posiblemente dificultaría la polinización por menor área expuesta a ser polinizada, también se podría utilizar la línea 2 y la 19 como progenitoras macho, ya que estas son las líneas que presentan más dificultad al desprendimiento de los pétalos para ser emasculada.

3.- Las líneas que pueden ser utilizadas según los resultados como hembra son las líneas 1,6,7,9,16 y la 20 ya que estas presentan características florales favorables para ser explotadas como progenitoras hembra por el mayor tamaño del estigma y mayor facilidad de manipulación.

ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

VI. BIBLIOGRAFÍA

Baca C., G. 1983. Efecto de la solución nutritiva, la frecuencia de riegos, el sustrato y la densidad de siembra en cultivos hidropónicos al aire libre de pepino, melón y jitomate. Tesis Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo México.

Banco de México. 1994. Indicadores Económicos de México.

Barraclough, A.J and W.A. Hughes. 1994. The use of hydroponics for the growth and evaluation of Californian processing varieties. Acta Horticulturae. 376: 105-110.

Enciclopedia Microsoft ® Encarta ® 98. © 1993-1997. Tomate. Microsoft Corporation.

Huerres, P. C. 1988. Hortalizas. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.

FESC-UNAM. 1997. Apuntes del curso de Hidroponía

Guenkov, G. 1974. Fundamentos de la Horticultura Cubana. Instituto Cubano del Libro, la Habana.

Marrero, L. P. 1986. Influencia de Algunos Factores Ecológicos sobre el Crecimiento y Desarrollo del Tomate. Editado por Dirección de Información Científico - Técnica. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana, Cuba.

Muñoz, R. M. 1995. Desarrollo de Ventajas Competitivas en la Agricultura. UACH. Chapingo. México.

Muñoz, R. M. C. J. R., Altamirano, F. J. Trujillo, C. H. Meza y J. Camona. 1994. Sistema Producto. Tomate Fresco. Problemática y Alternativas. SARH. CUESTAM. UACH.

Nuez, F. 1995. El cultivo del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Pérez. G. M., Márquez, F. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. UACH. Chapingo. México.

Raymond, A.T. G. 1989. Producción de Semillas de Plantas Hortícolas. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Resh, H. M. 1992. Cultivos Hidropónicos Nuevas Técnicas de Producción. Ed. Mundi-Prensa. España. Tercera edición.

Rodríguez R. R., Tabares, R. J., Medina, J. A. 1997. El Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Rodríguez, G. E. 1986. Evaluación y Selección de Líneas como Progenitoras para la Producción de Híbridos de Jitomate. Tesis M. C. Colegio de Postgraduados.

SAGAR. 1997. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. México.

SARH. 1981. Insectos y Ácaros Perjudiciales de los Cultivos en México. Dirección General de Sanidad Vegetal. 2da edición.

SARH. 1994. Guía de Plaguicidas Autorizados de Uso Agrícola. Subsecretaría de Agricultura. Dirección General de Sanidad Vegetal. México.

Sobrion, I. E. 1989. Tratado de Horticultura Herbácea. Editorial Aedos. España.

Steiner, A. A. 1961. A Universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant and soil XV (2): 134-154.

Steiner, A. A. 1968. Soilles culture. Proceedings of the 6th Colloquium of the Int. Pot. Inst. Florence, Italy. 324-341.

Steiner, A. A. 1984. The Universal Nutrient Solution. ISOSC. Proc. 6th. Int. Cong. Soilless Culture.

Valadez, L. A. 1994. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa. S. A. de C. V. Grupo Noriega. México.

Villareal, R. 1982. Tomates. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.

Vives, M. E. 1984. Cultivo del Tomate. Ed. Sintés. S. A. Barcelona.

ANEXOS

Anexo 1. Frecuencia de aplicaciones

PRODUCTO	DOSIS	FECHA DE APLICACIÓN
Bayfolan + Fe	Bayfolan 4 ml/litro	
1ra. Aplicación	Fe 6 ml/litro	09/07/98
2da. Aplicación		17/07/98
3ra. Aplicación		25/07/98
Calcio Foliar+	Ca 3 ml/litro	14/08/98
Talstar+	Talstar 2 ml/litro	
Manzate	Manzate 5 gr/litro	
Calcio foliar +Fe	Ca 3 ml/litro	27/08/98
	Fe 6 ml/litro	
Talstar+Manzate+Bayfolan	Talstar 2 ml/litro	31/08/98
	Manzate 5 gr/litro	
	Bayfolan 4 ml/litro	