

Manual del Chile Habanero Hidropónico



amarhidroponia®

Amar Hidroponia
Monterrey 159, Roma Norte., Cuauhtémoc, 06700 Ciudad de México

Rodrigo Domenzain M.

TABLA DE CONTENIDO

1. Origen	7
2. Clasificación taxonómica.....	8
a) Raíz	9
b) Tallo.....	9
c) Hoja	10
d) Flor	11
e) Fruto	12
f) Semilla.....	12
3. Etapas fenológicas	13
a) Inicial.....	13
b) Vegetativa	14
c) Reproductiva	14
4. Fisiología.....	14
5. Tipos y variedades de chile habanero.....	15
a) Características deseables de las variedades.....	16
6. Requerimientos climáticos.....	17
a) Temperatura.....	18
b) Humedad	19
c) Luz.....	19
d) Viento	20
7. Requerimientos edáficos.....	20
2. MANEJO DE RIEGOS.....	21
2.1. Sistema de riego localizado	21
a) Ventajas y desventajas del riego localizado	24
• Ventajas.....	24
• Desventajas.....	25
b) Programación del riego	26
c) Aspectos generales del riego por goteo.....	27

3. TÉCNICAS MÁS COMUNES PARA GENERAR Y APORTAR DOSIS NUTRIMENTALES.....	30
3.1. Características de las soluciones nutritivas.....	31
a) Relación mutua entre aniones	32
b) Relación Mutua entre los Cationes	33
c) Conductividad Eléctrica (CE) de la Solución Nutritiva	34
d) pH de la Solución Nutritiva.....	34
e) Temperatura de la Solución Nutritiva	36
3.2. Diferentes Tipos de Soluciones nutritivas.....	37
3.3. Formula Hidroamar para Chile Habanero.....	42
3.4. Importancia de los nutrientes.	42
A raíz de los descubrimientos de los 16 elementos esenciales para el desarrollo de las plantas se logro implementar un procedimiento mediante el cual estos se disolvieran en el agua, dando origen a lo que se conoce como una solución nutritiva, la cual, aplicada en forma regular a las plantas propicia su adecuado desarrollo. Es aquí donde radica uno de los factores fundamentales de la hidroponía, puesto que de una adecuada preparación y manejo de la solución nutritiva, dependerá en buena medida el éxito o el fracaso de quien la practique (Gil et al. 2003).	43
3.5. Síntomas de deficiencias nutrimentales	44
a) Nitrógeno.....	44
b) Magnesio	44
c) Hierro	45
d) a) Fósforo	46
e) Potasio	46
f) Calcio	47
4. SIEMBRA.....	47
4.1. Almacigo.....	48
a) Obtención de plántula	49
4.2. Transplante.....	54
5. MANEJO DEL CULTIVO	56
5.1. Tutoraje	57

Según Gil, et al., (2003), el tutorado o guiado de las plantas de chile habanero, es una práctica necesaria en el campo o en el invernadero, porque permite un crecimiento adecuado de la planta e impide que los frutos se dañen o sufran el ataque de alguna

enfermedad si estuvieran en contacto con el sustrato (Figura 46). Además, el tutoreo facilita las labores de poda, la aplicación de agroquímicos y la cosecha; también aumenta la densidad de población del cultivo.	57
a) Podas	59
5.2. Polinización.....	63
a) Polinización artificial.	63
b) Polinización biológica.	64
6. PRINCIPALES PLAGAS DEL CHILE HABANERO	66
a) Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Bemisia argentifoli</i> y <i>Trialeurodes vaporariorum</i> West).....	66
b) Minador de la hoja (<i>Liriomyza munda</i>).	69
c) Gusano del fruto (<i>Heliothis virescens</i> , <i>Heliothis zea</i>).	71
d) Araña roja [<i>Tetranychus urticae</i> Koch: (Acari: Tetranychidae)].....	74
e) Ácaro del Bronceado [<i>Aculops lycopersici</i> (Acari: Eriophidae)]	76
f) Psílido [<i>Bactericera</i> (Paratrioza) <i>cockerelli</i> (Sulc.) (Homóptera:Psillidae)]	77
g) Trips [<i>Thrips tabaci</i> (Lindeman), <i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergante)].....	77
h) Nemátodos (<i>Meloidogyne</i> spp.)	79
7. PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CHILE HABANERO	81
a) Damping off.	81
b) Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) De Bary).	82
c) Moho gris (<i>Botrytis cinerea</i> Pers.).	84
d) Cenicilla (<i>Leveillula taurica</i> (Lev.) Arn. <i>Oidiopsis taurica</i> (Lev.) Salomón).....	85
e) Tizón temprano del chile habanero (<i>Alternaria solani</i>).....	86
f) Cáncer bacteriano (<i>Clavibacter michiganensis</i>).....	88
g) Mancha bacteriana [<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>Vesicatoria</i> (Doidge)]......	88
7.1. Enfermedades fisiológicas	89
a) a) Enrollamiento de la hoja	89
b) Necrosis apical del fruto.....	90
c) Deformación del fruto.	90
d) Cara de gato.....	91
e) Ahuecado de frutos	91
8. COSECHA.....	91

9. CAMBIO DE LA PLANTACIÓN.....93
10. ASPECTOS DE MERCADO DEL CHILE HABANERO95

INTRODUCCIÓN

México es el país con la mayor diversidad genética del Chile (Capsicum), pero curiosamente no es el productor más importante. Las estadísticas lo ubican en el tercer lugar de producción después de China y Turquía. La baja producción se debe a que en casi todas las regiones del país se incorpora poca tecnología en el cultivo, semilla y control de plagas.

La reconocida tradición yucateca en el cultivo y consumo del chile habanero ha permitido que este producto se ofrezca en otros mercados tanto nacionales como extranjeros. Esto ha generado un gran interés y demanda por este chile en otras regiones. Ante esta oportunidad los productores, comercializadores e industrializadores empiezan a enfrentar situaciones y problemas no previstos, tanto en el terreno de la producción (manejo fitosanitario), su comercialización (compactación de volúmenes) y obtención de nuevos productos industrializados (pastas y extractos).

EL CULTIVO DEL CHILE HABANERO

Se tienen básicamente dos variedades, el criollo y el que viene de importación, sin embargo no se encuentran caracterizadas, actualmente se están realizando investigaciones para el rescate y caracterización de la semilla criolla. El chile habanero que están demandado mundialmente, ya sea para producto en fresco o procesado, es naranja. Es un cultivo que se da en los dos ciclos agrícolas y forma parte del grupo de los principales productos hortofrutícolas exportados.

Los chiles habaneros se producen principalmente en la Península de Yucatán, en donde se cosechan alrededor de 1,500 toneladas anuales y en Quintana Roo se producen en Hidroponía Maya 1800 toneladas anuales de Chile Habanero. También se cultiva, en menor proporción, en Belice y en algunas Islas del Caribe.

Los principales factores de la producción que limitan la adaptación, desarrollo y rendimiento del cultivo de chile habanero en Yucatán, son la precipitación, la temperatura, y el sustrato, siendo la primera la más determinante, pero a la vez la más fácil de resolver con la aplicación del riego, ya que se cuenta con un manto freático a poca profundidad. Ante esto, dicho factor no es limitativo y no se considerará al determinar el potencial productivo.

Variedades Obtenidas

Durante 1981 se describieron dos variedades de chile habanero para la Península de Yucatán. Obtenidas estas mediante selección por investigadores del campo experimental Uxmal. Dichas variedades describen las características criollas típicas del chile habanero. Actualmente se trabaja con la selección de nuevas variedades con características criollas, tipo de planta, resistencia genética a la virosis, calidad de fruto, forma y color.

Entre los proveedores requeridos para la producción de chile habanero, están los proveedores de semilla y plántula, los proveedores de insumos (fertilizantes, agroquímicos, etc) y proveedores de infraestructura (equipo para riego). Antes del 2001, la semilla que se utilizaba eran importadas de empresas como PetoSeed y Kingseed, la problemática era el grado de germinación (alrededor de un 35%) y la pérdida de las características propias del chile habanero, por eso a partir del 2001, se crea un programa para el rescate de la semilla criolla, a cargo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, la cual se está utilizando en los cultivos actuales.

En lo referente a proveedores de plántula, existen alrededor de 20 empresas particulares que se dedican a la producción de plántula en invernaderos, de igual manera el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2 y el CRUPY Chapingo, cuenta con un invernadero para la producción de plántula. No existe entrega de plántulas certificadas.

Así mismo, el Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, tiene a su cargo la caracterización de las variedades criollas del Estado para determinar la huella genética de las mismas y poder manipular genéticamente la semilla para adecuarla a las características que el mercado requiere.

En lo referente a los proveedores de insumos, existen en el mercado local empresas privadas que proveen de los principales insumos para el Sector Agrícola, oferta importante y muy completa de proveedores de insumos. Sin embargo éstos no están comprometidos con la actividad, ya que se dan situaciones como ofrecimiento de productos al margen de las reglamentaciones oficiales vigentes.

El problema de la semilla de importación es que no cuenta con las características de la semilla criolla y no todas las variedades de estas semillas se adaptan a las condiciones del estado, una de las que se ha adaptado es la de SEMINIS. De aquí la importancia de contar con un banco de germoplasma para garantizar las características del producto, no son dueños de la semilla se depende todavía de las compañías semilleras y la mayoría son empresas americanas. Para caracterizar el material propio y obtener una denominación de origen ya que el mercado reconoce y demanda las características del chile habanero criollo. Impulsora Agroquímica del Sureste, Mayoreo Agropecuario, DASUR, entre los principales.

1. Origen

La especie *C. chinense*, como todas las del género *Capsicum*, es originaria de América. Sin embargo, el taxónomo Nikolaus von Jacquin que acuñó erróneamente el nombre de la especie, colectó plantas en el caribe, pero no se sabe por qué le dio el nombre de chinense (Smith y Heiser, 1957). El chile habanero es el tipo más conocido de esta especie y se refiere principalmente a los tipos cultivados en la Península de Yucatán y en

Belice. *C. Chinense* es la especie cultivada más importante en la región oriental de Los Andes en América del Sur.

En esa región se puede encontrar la mayor diversidad de tipos, tamaños, formas, colores, sabores y pungencia. Una de las principales características de los frutos de esta especie es que son considerados como extremadamente picantes. Uno de los tipos colectados de *C. Chinense* (Red Savina Habanero) es conocido actualmente como el chile más picante del mundo.

Las plantas de la especie *C. Chinense* producen de 2 a 6 frutos por nudo. Los frutos de esta especie varían mucho en forma y tamaño, pudiendo ser del tamaño de los chiltepines hasta rugosos y elongados de aproximadamente 12.5 cm. Los frutos son verdes en el estado inmaduro, pero usualmente maduran en color naranja, anaranjado, amarillo o inclusive blanco. Esporádicamente se han encontrado algunos frutos de color café. Todos los frutos de *C. Chinense* tienen el mismo olor característico, independientemente del color de maduración.

2. Clasificación taxonómica

El chile habanero (*Capsicum Chinense*) es una planta dicotiledónea de la familia de las solanáceas, su clasificación botánica se muestra en el cuadro 2. Los miembros de esta familia presentan haces bicolaterales y su estructura floral modelo $K(5) \{C(5) A(5) \underline{G} (2)\}$. El cáliz y la corola están compuestos de cinco sépalos y cinco pétalos. El ovario súpero bicarpelar, contiene numerosos primordios seminales, produciendo bayas polispermas. Los carpelos se presentan en posición oblicua con respecto al plano mediano de la flor (Nuez, 1995).

Clasificación taxonómica del Capsicum Chinense	
Nombre común	Chile Habanero
Genero	Capsicum
Especie	<i>C. Chinense</i>
Familia	Solanácea
Orden	Solanales
Clase	Salaneae

Descripción botánica

Planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semirrecta o recta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

a) Raíz

El chile habanero presenta una raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia adentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos adsorbentes especializados en tomar agua y nutrientes (Figura 11).

La planta de chile habanero tiene un sistema radical notablemente desarrollado y extendido. El patrón de distribución varía entre plantas crecidas en *in situ* o trasplantadas, en las primeras, la raíz principal es más larga y gruesa que en el segundo caso, en donde ésta es débil y corta, pero el sistema secundario es muy ramificado, algunas raíces alcanzan 150 cm de longitud, la mayor parte de éstas se sitúan en la capa arable, que va desde los 5 hasta los 60 - 70 cm (González, 1991).



Figura 11. Raíz típica del chile habanero

b) Tallo

El tallo es de consistencia herbácea, tiende a lignificarse en plantas viejas. En las plantas jóvenes inicialmente es cilíndrico pero luego se torna angular; en las ramas jóvenes es triangular (León, 1987).

El tallo principal forma de 6 a 12 hojas, que crecen lateralmente con un filotaxia 2/5, antes de que la yema principal se transforme en una inflorescencia. El crecimiento subsiguiente se produce a partir de la yema axilar de la última hoja, la cual desarrolla un tallo secundario que crece como una prolongación del tallo primario y desplaza

lateralmente a la inflorescencia. Los sucesivos segmentos del tallo se desarrollan de forma similar, produciendo una inflorescencia cada tres hojas.

El aspecto es el de un tallo principal, que crece de forma continua con inflorescencias internodales laterales cada tres hojas. Los segmentos sucesivos del eje principal soportan, de forma progresiva, un número inferior de hojas que terminan en una inflorescencia (Figura 12).

El sistema de ramificación lateral, como el sistema primario, experimentan crecimiento, dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular (Curtís, 1996).



Figura 12. Forma del tallo del chile habanero

c) Hoja

La forma de las hojas del chile habanero es muy variada y depende en gran parte de las condiciones ambientales, también se encuentran bajo control genético directo, se ha observado que mutaciones simples en chile habanero dan resultado grandes cambios en la forma de las hojas (Weier, *et al.*, 1980).

Las hojas son suaves y carnosas con una capa de células en empalizada debajo de la epidermis superior y numerosos estratos de parénquima, con abundantes espacios intercelulares (León, 1987). Rodríguez *et al.* (1989), reportan que las hojas de chile habanero son pinnado compuestas, estas se insertan sobre los diversos nudos, en forma alterna (Figura 13). El limbo se encuentra fraccionado en siete, nueve y hasta once folíolos muy aromáticos debido a una glándula secretora.



Figura 13. Forma de las hojas del chile habanero

d) Flor

Las flores del chile habanero son hermafroditas, hipogíneas, regulares, de corola color blancas, con seis pétalos persistentes de forma estrellada que forman un tubo corto en la base y se abren en un solo plano, con el ápice hacia fuera cuando la flor está completamente abierta; carecen de vellos glandulares (Figura 14).

Miden aproximadamente 2 cm de diámetro con pedicelos de 1 a 2 cm de largo, con un engrosamiento a la mitad que corresponde a la superficie de abscisión. El cáliz es verde y persistente en forma de tubo corto terminado en 5 a 10 estambres, generalmente 6 en los cultivares comerciales, están insertados sobre el tubo corto de la corola, con filamentos cortos, forman una columna irregular. Las antenas miden aproximadamente 5 mm de largo, son verticales, unidas y de color amarillo brillante (González, 1991; Curtis, 1996 y León 1987).



Figura 14. Aspecto de la flor de chile habanero

e) Fruto

Curtis (1996) menciona que un fruto de chile habanero, botánicamente es una baya consistente de semillas dentro de un pericarpio carnoso, desarrollado de un ovario, en tanto que González (1991) indica que el fruto de chile habanero es una baya carnosa pubescente cuando es joven, pero glabra y brillante cuando madura, de color naranja, a veces amarillo o colores intermedios, de forma muy variada (Figura 15): oblonga, globosa, cuadrada, periforme, cilíndrica o acorazonada; lisa o surcada con lóbulos.



Figura 15. Aspecto del fruto del chile habanero

En su interior presenta lóculos (en número de 2 a 30) de tamaño inversamente proporcional a su número, donde se encuentran las semillas. El número y extensión de los lóculos en los frutos es una característica diferencial en los cultivares y la distribución de éstos en el fruto determinan su calidad para el consumo fresco o para la industria y la firmeza para el transporte. Por otra parte, se reporta que muchos de los cultivares populares producen frutos con dos lóculos y desarrollan frutos de forma redonda uniforme preferidos en algunos mercados. Otros cultivares tienen, por naturaleza frutos multiloculares de gran tamaño y de forma irregular. El número de lóculos puede ser influenciado por las condiciones ambientales (Calvert, 1969).

f) Semilla

El fruto de chile habanero consta de numerosas semillas, de tamaño pequeño (3-5 mm de largo por 2-4 mm de ancho), discoidales o reniformes, aplastadas y pubescentes. Cuando son recién extraídas del fruto son de color negro, con una capa mucilaginosa que contiene una alta concentración de ácido abscísico que inhibe la germinación (así aunque existan las condiciones ambientales propicias, no germinan), al secarse adquieren una coloración café claro o grisácea y se les nota

una vellosidad constituida por falsos pelos originados de los tegumentos seminales y no son sino paredes celulares suberificadas sobre la testa (Figura 16). Esta última es la capa que envuelve y protege la semilla contra daños del medio externo y le permite pasar por el extracto digestivo humano y continuar siendo viable, cosa que lejos de afectar la germinación, la promueve (González, 1991).



Figura 16. Semillas de chile habanero en fruto

Está calculado que puede haber hasta 350 semillas por gramo (George, 1989), su capacidad germinativa dura de 4 a 6 años en condiciones normales de almacenamiento y aún más si se almacenan en temperaturas frescas, pero con baja humedad relativa. El número de semillas en el fruto varía entre 50 y 200, la correlación entre el número de semillas y el peso final del fruto es significativo para cada cultivar, pero las relaciones son distintas entre racimos de la misma planta dependiendo también de las condiciones de cultivo.

3. Etapas fenológicas

La fenología del cultivo comprende las etapas que forman su ciclo de vida. Dependiendo de la etapa fenológica de la planta así son sus demandas nutrimentales, necesidades hídricas, susceptibilidad o resistencia a plagas y enfermedades (Hernández, 1997).

El mismo autor menciona que el cultivo de chile habanero tiene tres etapas fenológicas durante su ciclo de vida (Figura 17).

a) Inicial

Comienza con la germinación de la semilla. Se caracteriza por el rápido aumento de la materia seca, la planta invierte su energía en la síntesis de nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis.

b) Vegetativa

Esta etapa se inicia a partir de los 21 días después de la germinación y dura entre 25 a 30 días antes de la floración. Requiere de mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de las hojas y ramas en crecimiento.

c) Reproductiva

Se inicia a partir de la fructificación, dura entre 30 a 40 días y se caracteriza por que el crecimiento de la planta se detiene y los frutos extraen los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración.

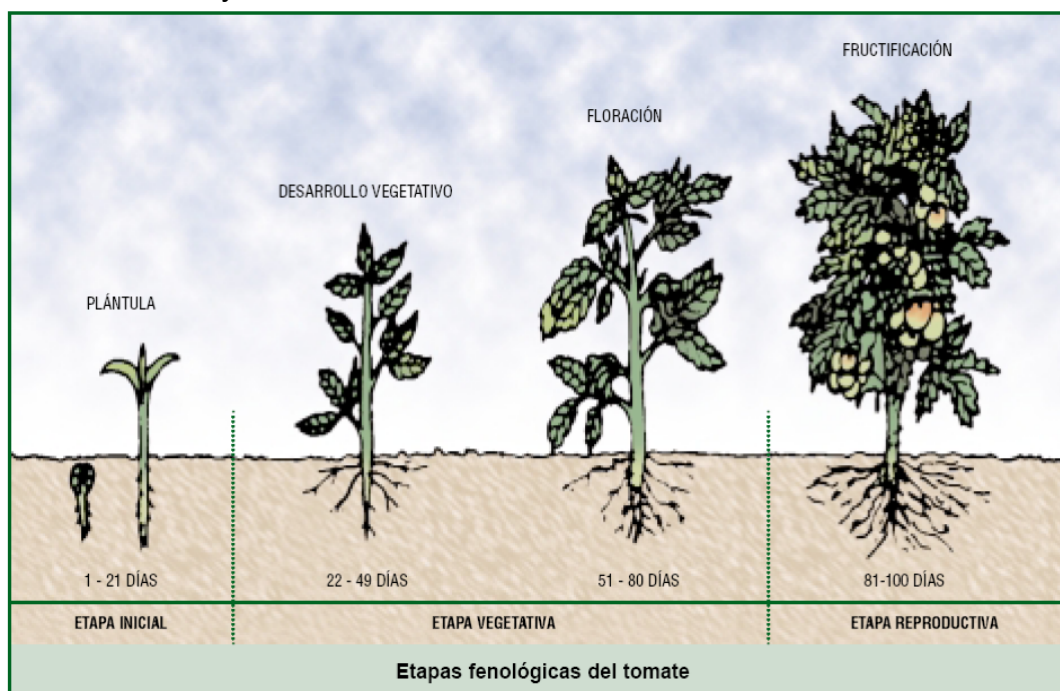


Figura 17. Principales etapas fenológicas del chile habanero (CENTA, 2003).

4. Fisiología

Rick, (1978), refiere que los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo del chile habanero dependen de las condiciones del clima, sustrato y de las características de la variedad.

En relación al desarrollo del fruto, se distinguen seis estadios: 1) ovario fecundado hasta la caída de la corola, 2) mitad del crecimiento, 3) verde inmaduro, 4) verde

maduro (madurez fisiológica), momento en el que ya ha adquirido su máximo tamaño volviéndose de color verde claro, 5) pintón (parcialmente rosado) y 6) naranja maduro.

Los azúcares aumentan rápidamente en los estadios primero, segundo y se estabilizan en el tercero, para incrementarse notablemente en el sexto. La proteína cruda disminuye gradualmente desde el primer hasta el sexto estadio.

El *pH* de reacción ácida; es más ácido en el fruto verde (estadios 2 a 4), menos ácido en el estadio 5 y disminuye rápidamente al alcanzar plena maduración (estadio 6). La reacción ácida se debe a los ácidos orgánicos, cítrico y málico (9 y 4 g, respectivamente, por cada 100 g de materia seca del fruto maduro) (Rick, 1978).

Las flores se agrupan en racimos con número variable de frutos, que a veces igual al número de flores. Con respecto al tamaño del fruto, aparte de las características varietales de origen hereditario, se han determinado una serie de factores que tienden a aumentarlo. Los más importantes son: 1) nutrición mineral, 2) humedad del sustrato próxima a la capacidad de campo, 3) sombreado cuando hay exceso de luz y temperatura, 4) luz suplementaria en días de fotoperíodo corto (invierno en grandes latitudes), 5) enriquecimiento de CO₂ en invernadero y 6) prácticas de poda, desbrote, eliminación de hojas viejas, frutos y flores en exceso (González, 1991).

El color del fruto está determinado por el pigmento predominante; así el licopeno determina el color naranja; el caroteno al amarillo, la xantofila nuevamente el naranja y la clorofila el verde, el color característico del fruto depende del cultivar en cuestión (González, 1991). La variación en el tono o intensidad del color está determinada por la distribución de cada pigmento en los tejidos del pericarpio y por sus cantidades relativas (Hayward, 1953), en los tejidos externos del pericarpio, el color está determinado por varios genes que favorecen o impiden la formación de carotina, mientras que el de la pulpa es debido a un factor dominante del naranja (León, 1987).

5. Tipos y variedades de chile habanero.

La elección de variedad de chile habanero para invernadero debe hacerse con mucho cuidado debido a que existen en el mercado cientos de variedades disponibles, pero no todas son apropiadas para la producción intensiva en invernadero.

En México, no existe tradición en la producción intensiva de chile habanero en estos sistemas y mucho menos programas de fitomejoramiento que estén generando variedades apropiadas para ello, por lo que se tiene que hacer una continua

evaluación de los materiales que comercializan las empresas semilleros mas importantes del mundo, como Peto Seed, Vilmorin, United Genetics, Hasera, Caloro, Sakata, US Agriseeds, entre otras, ya que esto permitirá contar con las ventajas que proporcionan las nuevas variedades o híbridos (Pérez y Castro, 1999).

La situación actual del mercado para el chile habanero de consumo en fresco y en general de muchas hortalizas es de una fuerte competencia entre las distintas casas productoras de híbridos, lo que trae como consecuencia una constante aparición de nuevos cultivares, que tienen, normalmente, una vida corta en el mercado y son desplazados con rapidez por otros posteriores. En situación de tal competitividad, las exigencias para un producto como el chile habanero para consumo en fresco resultan muy grandes, tanto en lo que se refiere a productividad, como en características de calidad de frutos y resistencia a enfermedades (Nuez, 2001).

a) Características deseables de las variedades

Según Salazar, 2005, Citado por bautista y Alvarado 2005, las principales características deseables de las variedades del chile habanero son:

- Porte abierto de la planta para facilitar aireación y evitar problemas secundarios.
- Alta productividad.
- Precocidad
- Calidad externa del fruto: forma, color y homogeneidad.
- Calidad interna: cualidades gustativas, pinante y jugosidad.
- Adaptación al sistema y ciclo de cultivo.
- Adaptación a condiciones ambientales de estrés.
- Resistencia a enfermedades.
- Larga vida comercial esta siendo introducido actualmente en las nuevas variedades.

Dependiendo de estas características y de la demanda en el mercado, en el invernadero se puede producir plantas de crecimiento indeterminado tipo “criollo” y “habanero certificado” (Figura 18).



a) Criollo

b) Habanero certificado

Figura 18. Apariencia del fruto de chile habanero

6. Requerimientos climáticos

La mitigación de los efectos de los factores climáticos de manera conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la acción de uno de éstos incide sobre el resto (Figura 19). El chile habanero es una hortaliza de clima cálido que no tolera heladas (Pérez y Castro, 1999).

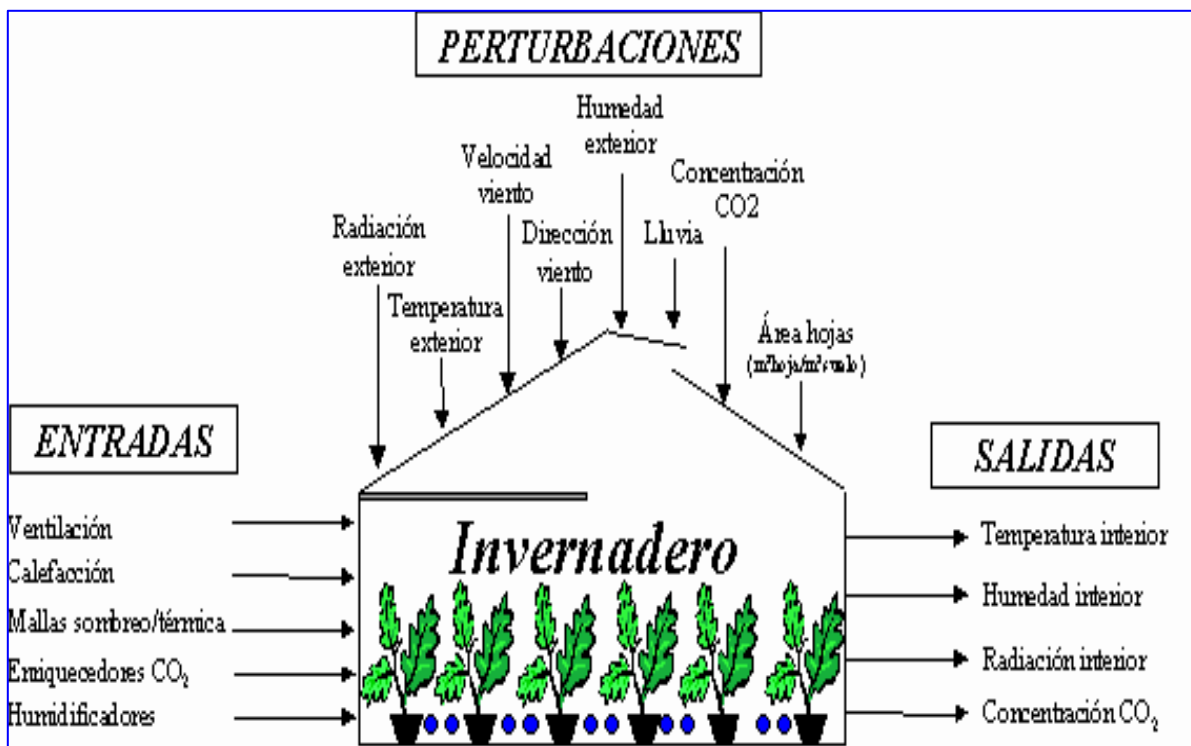


Figura 19. Factores climáticos que inciden de manera conjunta sobre el desarrollo adecuado del cultivo en invernadero (Rodríguez y Berenguel, 2003)

a) Temperatura

El chile habanero es una planta de “noches cálidas” o termoperiódica diaria, por lo cual requiere una oscilación de temperatura entre el día y la noche de al menos 8 °C para favorecer su crecimiento y tener mayor número de flores (Pérez y Castro, 1999).

La temperatura óptima para la germinación de la semilla de chile habanero está comprendida entre los 25 a 30°C, por debajo de los 10°C la semilla no germina (Serrano, 1978).

La temperatura óptima para el crecimiento de chile habanero es de 22 ± 7 °C. Para una maduración adecuada de los frutos y un buen proceso de fecundación se recomienda una temperatura de 22-30 °C. Una temperatura permanente menor de 15 °C detiene la floración y si ésta llega a 10 °C cesa el crecimiento (Gil *et al.*, 2003).

Maroto (1986), describe los requerimientos de temperatura óptimos para el cultivo de chile habanero de acuerdo a su etapa fenológica (Cuadro 3).

Cuadro 3. Requerimientos de temperatura del cultivo de chile habanero en base a su etapa fenológica.

Etapa Fenológica	Temperatura diurna (°C)	Temperatura nocturna (°C)
Germinación	18-20	No registrada
Crecimiento	22-25	15
Floración	22-25	13-17
Fructificación	25	18

Fuente. Maroto (1986).

- **Temperatura del sustrato.** La actividad fotosintética es más alta cuando en el sustrato hay una temperatura entre 25 °C y 30 °C, y esta actividad disminuye por debajo de 15 °C, por encima de 35 °C. La mayor producción de frutos se obtiene con temperaturas de 25 a 30 °C. La temperatura mínima en un sustrato mineral u orgánico debe ser de 12 °C; la óptima entre 20 y 24 °C y la máxima de 24 °C (Gil *et al.*, 2003).

b) Humedad

La humedad relativa más favorable es de 50 a 60%, cuando es más alta las anteras se hinchan y el polen no puede liberarse ni caer sobre el estigma y las flores no forman fruto (Rodríguez, 1975).

Humedades muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas, el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en el exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un periodo de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

c) Luz

El chile habanero es una planta sensible al fotoperíodo, en lo que concierne a su floración, sin embargo, para el caso de todas las plantas con semilla (incluyendo el chile habanero) se muestran respuestas del crecimiento, determinada por un control fotoperiódico. Este tipo de respuesta en el chile habanero es el control de la producción de un pigmento amarillo en la cutícula en ciertos frutos adecuados genéticamente (Hendricks, 1958).

Es conveniente que la luminosidad sea intensa cuando la planta de chile habanero está en producción (coloración de fruto), 12 horas diarias de luz es el mejor fotoperíodo, si es menor, el desarrollo es lento y, si es mayor, la síntesis de proteínas

se dificulta y los carbohidratos se acumulan en exceso (Mendoza, 1995 y Rodríguez *et al.*, 1989).

En invierno, los días de fotoperíodo cortos con promedios de luminosidad baja, limitan la producción de carbohidratos. Esto podría ser la causa primaria de la reducción en el cuajado del fruto.

d) Viento

El viento puede ser dañino, el cultivo del chile habanero en regiones con vientos fuertes requieren de cortinas rompevientos para proteger el cultivo, estas pueden ser vegetales, como los setos de árboles, arbustivos o herbáceos o de vegetales muertos, como cañas, las pajas, o también con materiales artificiales.

Los vientos intensos pueden afectar significativamente los rendimientos de los cultivos al ocasionar acames, desecación de las plantas o daños mecánicos (heridas) que propician la introducción de inóculos causantes de enfermedades.

El viento puede tener importantes acciones negativas como:

- Contribuir a una mayor expansión de determinadas plagas, semillas de malas hierbas, etc.
- Provocar alteraciones morfológicas sobre algunos órganos vegetales por abrasión de arenas, sales, etc., que arrastra consigo
- Producir destrozos, cuando sopla con cierta intensidad, sobre túneles, invernaderos, espalderas y a veces directamente sobre las propias plantas

7. Requerimientos edáficos

El chile habanero se puede producir en sustratos con una reacción de moderadamente ácida a ligeramente alcalina, es decir, un pH de 6.0 a 7.2 (Van, 1981). El sustrato no debe tener capas duras o compactas ni humedad excesiva. El cultivo de chile habanero requiere un sustrato poroso que favorezca el desarrollo adecuado del sistema radicular.

Con respecto a la textura del sustrato, el chile habanero se desarrolla en sustrato livianos (arenosos) y en sustratos pesados (arcillosos), siendo los mejores los arenosos y limo-arenosos con un buen drenaje. Los de textura franca tienden a favorecer una producción precoz y una maduración uniforme y simultánea. Los sustratos arcillosos provocan un crecimiento lento y parejo. Este tipo de sustratos son apropiados para chile habanero de mesa o de consumo en fresco. Los sustratos de textura intermedia arenosa, se adaptan más para la producción de chile

habaneros para la industria, por su efecto de maduración más uniforme y simultánea (Van, 1981).

2. MANEJO DE RIEGOS

El riego en invernaderos está íntimamente asociado al suministro de nutrientes a las plantas, es decir, se riega con solución nutritiva (Riego por goteo). La duración y frecuencia del riego depende de factores como variación en la temperatura, intensidad de iluminación, tipo de sustrato utilizado, fase fenológica del cultivo y la especie y/o variedad cultivada (Gil, *et al.*, 2003).

El agua para la solución nutritiva puede obtenerse de varias fuentes: lluvia, ríos, corrientes subterráneas, lagos, pozos. A excepción del agua de lluvia, todas las fuentes naturales contienen cantidades variables de sales en solución, por lo que es recomendable someter a análisis químico para evaluar la cantidad, principalmente sales (específicamente del sodio), el pH (principalmente de los carbonatos y bicarbonatos), y para el caso de aguas residuales evaluar cantidades de metales pesados, y con esto evitar posibles problemas nutricionales o desordenes fisiológicos (Velasco y Nieto, 2005).

2.1. Sistema de riego localizado

Un sistema de riego por goteo, son sistemas que aplican el agua con un caudal no superior a 16 L h⁻¹, por punto de emisión o metro lineal de manguera de goteo. Cuenta de una fuente de abastecimiento y bomba, el sistema de distribución y aplicación del agua, está constituido por tuberías y emisores, los cuales se clasifican de la siguiente manera: Tubería principal, secundarias, terciarias y laterales. Los emisores pueden ser goteros, cinta de riego o microaspersores (Figura 20) (Martínez, 2004, citado por Bautista y Alvarado 2005).



Figura 20. Algunas partes del sistema de riego por goteo

El cabezal de riego o centro de control (Figura 21), es el conjunto de aparatos que dominan toda la superficie puesta bajo riego localizado y que sirven para medir el agua, filtrarla, incorporar fertilizantes, proporcionar y controlar presión, medir dosis de riego (Martínez, 2004).

El diseño hidráulico es probablemente el factor mas importante en el éxito o fracaso final de un sistema de riego por goteo, ya que se busca tener una óptima uniformidad de emisores es muy importante, porque una vez que los emisores, laterales y terciarias han sido seleccionados, es muy poco el control que uno puede tener sobre el flujo (Tijerina, 1999).

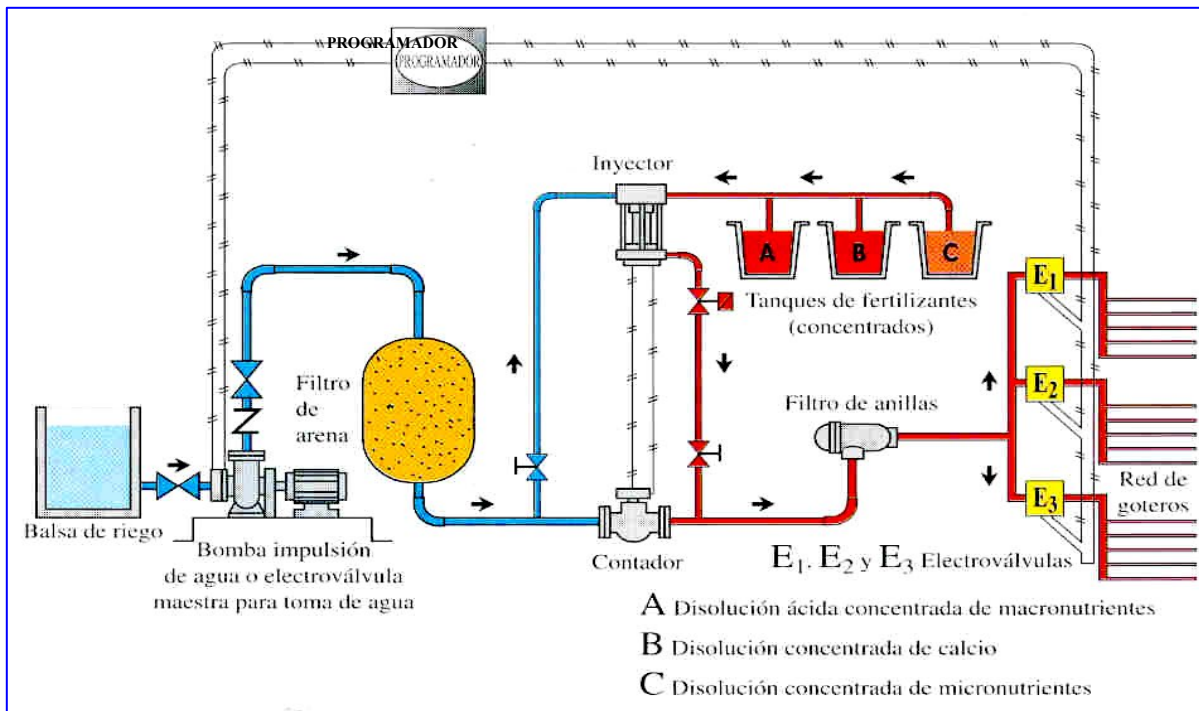


Figura 21. Esquema general de un cabezal de riego

De acuerdo con los principios de diseño y operación de los sistema de riego localizados, el sustrato o sustrato no se moja en su totalidad, el agua se aplica por un

numero variable de emisores, al ser menor el volumen de sustrato o sustrato mojado, el volumen radical se restringe, por lo que estos sistemas se operan con la frecuencia necesaria para mantener la humedad del sustrato para cada cultivo en particular a un nivel adecuado (Tijerina, 1999).

a) Ventajas y desventajas del riego localizado

Con la finalidad de definir la potencialidad del riego localizado es necesario compararlo con los otros métodos de riego, principalmente con el riego por gravedad (Martínez, 2004).

- **Ventajas**

- i. Ahorro de mano de obra. Esto ocurre debido a que el sistema generalmente es automatizado o semiautomatizado.
 - ii. Posibilidad de regar en cualquier tipo de topografía y espesores pequeños de sustrato.
 - iii. Control adecuado de la aplicación y la distribución de agua en el sustrato.
 - iv. Posibilidad de usar aguas con alto contenido de sales
 - v. No existe interferencia a causa de los vientos, como en el sistema de riego por aspersión.
 - vi. Se eliminan completamente los canales y acequias de distribución usadas en riego por gravedad y se aumenta la superficie útil.

 - vii. Del riego localizado se obtienen algunos beneficios agronómicos útiles tales como:
 - viii. Se facilita el control de las malas hierbas en el terreno, debido a que hay partes del mismo que no se mojan.
 - ix. Aumento en la producción y calidad de los frutos, ya que se mantiene un bajo esfuerzo de humedad del sustrato durante todo el ciclo del cultivo.
 - x. Riego continuo del cultivo durante un tiempo prolongado sin que esto traiga problemas de asfixia radicular.
 - xi. Fertilización a través del agua de riego, aumentando la eficiencia, la localización y dosis de los abonos. De esta misma manera se pueden aplicar otros agroquímicos.
 - xii. Permite realizar, simultáneamente al riego, otras labores culturales, ya que al haber zonas secas, no se presenta obstáculo para desplazarse sobre el terreno.
 - xiii. Evita la lixiviación de los nutrientes del sustrato y el control sanitario se reduce notablemente.
-

- **Desventajas**

- i. El costo inicial de adquisición es elevado, dependiendo del cultivo, topografía y el grado de automatización que se quiera del equipo.
- ii. El taponamiento de los emisores (goteros principalmente) debido a que su área de salida es bastante reducida.
- iii. En caso de utilizar aguas con alto contenido de sales periódicamente sin realizar lavados al final de cada ciclo, el sustrato corre el peligro de ensalitrarse a corto o mediano plazo.
- iv. Requiere que los usuarios tengan conocimientos en el manejo adecuado del equipo instalado.

En el cultivo del chile habanero en invernadero o a cielo abierto se utilizan goteros de diferentes tipos o cintas de riego, los emisores en riego por goteo varían en su diseño desde elaborados dispositivos compensadores de presión a otros con largos caminos de flujo y emisores tipo orificios.

En el riego localizado se distinguen principalmente cuatro tipos de emisores: goteros, mangueras de goteo, miniaspersores y difusores.

En un sistema de riego localizado, el principal problema que se tiene es el taponamiento de los emisores con partículas orgánicas e inorgánicas, lo cual provoca una mala distribución del agua en el lateral y hace necesario que ésta se filtre adecuadamente.

Los agentes que obstruyen los emisores pueden clasificarse en dos grupos físicos y químicos.

- Los agentes físicos consisten en sólidos suspendidos con partículas orgánicas e inorgánicas. Para eliminar estos contaminantes es necesario utilizar prefiltros (Figura 22), separadores de arena y filtros de diferentes tipos, dependiendo del origen y calidad del agua de riego.
- Los agentes químicos son componentes que pasan cualquier tipo de filtro debido a que van disueltos en el agua y que en algunas ocasiones precipitan en las tuberías o en los emisores, donde disminuye la velocidad de flujo. Para remover los químicos indeseables, un procedimiento aceptable que se sigue en estos casos, es la inyección en la red de distribución, a través del agua de riego, de algunos ácidos fuertes que neutralizan los efectos diversos.



a) filtro de arena

b) filtro de anillos

c) filtro de mallas

Figura 22. Diferentes tipos de filtros**b) Programación del riego**

Dado que el agua en sistemas de riego por goteo es generalmente aplicada en proporciones cercanas al requerimiento de agua por las plantas, las consideraciones de agua en el sustrato son mucho más críticas en riego por goteo que el riego por aspersión o por inundación. El tipo de sustrato es importante porque afecta la extensión de la humedad disponible y la distribución del agua bajo un régimen de riego (Gruber, 2002).

La programación del riego es un conjunto de procedimientos técnicos desarrollados para predecir cuanto y cuando regar. Sin embargo bajo condiciones controladas

donde el sustrato ya no funciona como un gran almacén de humedad, la programación del riego es mucho más crítica, al requerirse un riego de muy alta frecuencia. La intensidad de riego en invernaderos puede ser de 2-3 riegos por día para los días de baja demanda, hasta 15-30 riegos por día para los días de alta demanda evapotranspirativa, dependiendo del tipo y etapa del cultivo, tipo y ubicación del invernadero, y las condiciones climáticas externas (Gruber, 2002).

c) Aspectos generales del riego por goteo.

El riego localizado (Figura 23) presenta numerosas ventajas respecto al sistema de riego tradicional en relación a la dosificación de fertilizantes y al ahorro de agua. El sistema de riego por goteo es, hoy por hoy, el método más racional para realizar una fertilización optimizada y respetando el medio ambiente dentro de la denominada Agricultura Sostenible (Cadahia, 1998).



Figura 23. Aplicación directa del agua al sustrato que contiene a la planta

El método de riego por goteo, combina la aplicación de agua de riego con los fertilizantes. Esta práctica incrementa notablemente la eficiencia de la aplicación de los nutrientes y permite obtener mayores rendimientos y mejor calidad (Martínez, 2004).

Las recomendaciones de régimen de riego por goteo para los diferentes cultivos están basadas en la etapa fisiológica, el tipo de sustrato, el clima, las variedades y otros factores agrotécnicos. Especial atención debe prestarse al pH, la movilidad de los nutrientes en el sustrato o sustratos y la acumulación de sales (Martínez, 2004).

Según (Cadahia, 1998), se citan las ventajas y desventajas del sistema de riego por goteo.

a) Ventajas

- Dosificación racional de fertilizantes.
- Ahorro considerable de agua.
- Utilización de aguas de riego de baja calidad.
- Nutrición optimizada del cultivo y por lo tanto aumento de rendimientos y calidad de los frutos.
- Control de la contaminación.
- Mayor eficacia y rentabilidad de los fertilizantes.
- Alternativas en la utilización de diversos tipos de fertilizantes: simples y complejos cristalinos y disoluciones concentradas.
- Automatización de la automatización.

b) Desventajas

- Coste inicial de la infraestructura.
- Obturación de goteros.
- Manejo por personal especializado.

La idea básica para el estudio de la riego por goteo en diferentes sustratos es conseguir que la planta tome los nutrientes de forma óptima, para esto, es necesario que este se encuentre en concentraciones y relaciones adecuadas en la disolución fertilizante.

TIPO DE RIEGO

La aplicación del agua a los cultivos se realiza mediante diversos sistemas de riego. Debido a su bajo costo, en el país predomina el riego por manguera, el cual tiene una eficiencia muy baja y propicia la erosión del sustrato. También se utiliza el riego por gravedad o inundación en los sustratos mecanizables. Otros sistemas de riego empleados son: micromanguera, goteo, microaspersión y aspersión en sus diferentes modalidades tales como el riego por cañón, con “picos de gallo” y por pivote central. Para el cultivo de chile habanero se utilizan el riego por manguera, por goteo y por micromangueras.

Necesidad del Riego

El chile habanero debe establecerse bajo condiciones de riego, en cualquier época del año, para asegurar la producción. Las plantaciones realizadas bajo condiciones de temporal generalmente reportan bajos rendimientos debido a que la lluvia no se distribuye de acuerdo a las necesidades del cultivo.

Se debe aplicar un riego pesado, hasta saturar el sustrato, antes del trasplante. Durante los tres días posteriores a éste se deben aplicar riegos ligeros diariamente, para asegurar el enraizamiento del cultivo. Transcurrido este tiempo, los riegos se

deben realizar con base al requerimiento del cultivo, calculando el volumen de riego necesario en función del tipo de sustrato y las condiciones del clima.

Los riegos se pueden aplicar con el sistema de riego por mangueras, predominante en la zona, o bien con sistemas de riego por goteo o micromangueras, los cuales son más eficientes y requieren menor cantidad de mano de obra para su operación y permiten el uso de la fertigración.

En la actualidad se recomienda el sistema de riego por cintilla para este cultivo, debido a **su alta eficiencia y costo relativamente bajo**. En riego localizado, se debe determinar el volumen de mojado que el cultivo necesita, el cual está determinado por la distribución y tamaño de las raíces. Conocidos estos parámetros se puede determinar el área de mojado que el emisor debe cubrir (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias).

Manejo de la fertigración en el cultivo de chile habanero.

La aplicación de fertilizantes a este cultivo se puede realizar de forma manual, como lo realiza tradicionalmente más del 90% de los productores, o bien mediante la moderna práctica de fertigración, la cual consiste en la aplicación de los fertilizantes a través del agua de riego y que se utiliza preferentemente con sistemas de riego presurizados para obtener una mayor eficiencia del manejo del agua y los fertilizantes.

La fertigración es una práctica antigua y consiste en la aplicación de fertilizantes solubles incorporados al agua de riego, para su distribución a las plantas a través de este medio. Es una forma efectiva para fertilizar los cultivos, aunque no debe asumirse que es económicamente deseable bajo todas las condiciones. Esta práctica adquiere una gran ventaja cuando se aplica a cultivos que requieren de grandes cantidades de nutrimentos móviles, establecidos en sustratos poco profundos e infértiles. Se recomienda realizarla cuando se utilice un sistema de riego por goteo, al cual se le agrega un depósito para la colocación de fertilizantes y un inyector (ventury, bomba centrífuga, etc.) para incorporar los fertilizantes al agua de riego. Para esta práctica se requiere el uso de fertilizantes solubles y de aplicaciones diarias o con intervalos no mayores de 3 días. El manejo de la fertigración se debe sustentar en el análisis químico del sustrato y la planta empleando el equipo adecuado para el control del pH, la conductividad eléctrica (CE) y la concentración de nutrimentos en la solución del sustrato.

Los fertilizantes recomendados son: ácido nítrico y nitrato de amonio como fuentes de nitrógeno; fosfato monoamónico y ácido fosfórico como fuentes de fósforo; y nitrato de potasio y sulfato de potasio como fuentes de potasio. También es

necesario utilizar ácidos para bajar el pH del agua de riego y de la solución del sustrato, para facilitar la absorción de los nutrimentos por la plantas.

TECNOLOGÍA

Se puede clasificar a los productores en tres niveles según la tecnología que emplean:

Baja Tecnología

Producen 5 Ton/Ha o menos, producen bajo temporal y usan eventualmente riego de auxilio, no controlan sus malezas y no aplican fertilizantes. En este nivel se encuentra el 50% de los productores.

Tecnología Media

Obtienen entre 5 a 15 Ton/ha, estos aplican fertilizantes, riegan principalmente en periodos críticos y tienen control de malezas. En este nivel se encuentra el 30% de los productores.

Tecnología Media-Alta

Son los que tienen producción mayor de 15 y hasta 40 Ton/Ha, procuran proporcionar riego, mantienen limpias las parcelas, realizan podas de limpieza y tienen control de plagas. En este nivel se encuentra el 20% de los productores.

3. TÉCNICAS MÁS COMUNES PARA GENERAR Y APORTAR DOSIS NUTRIMENTALES.

El siguiente tema trata sobre las diferentes soluciones nutritivas que los autores han propuesto y que se han usado de manera convencional en varios años; y han generado una fórmula de fertilización para todos los cultivos sin tomar en cuenta las diferentes condiciones ambientales y factores en las que se desarrollan.

Se entiende por nutrición el conjunto de fenómenos o procesos de alimentación que contribuyen al crecimiento y desarrollo de un ser viviente. La palabra nutrir deriva del latín nutrire que significa alimentar, fortalecer o acrecentar. Un nutriente o nutrimento es entonces un alimento para la conservación, crecimiento o desarrollo de un ser vivo. La alimentación de una planta para su mantenimiento y crecimiento es a base de una serie de sustancias inorgánicas minerales simples (nitrógeno, fósforo, potasio, etc.), agua, CO₂ y O₂ y también, de alguna forma, energía radiante (luz) y temperatura (Sánchez y Miranda, 2004).

El cultivo sin suelo es una tecnología para desarrollar plantas en Solución Nutritiva (agua y fertilizantes), con o sin el uso de un medio artificial (arena, grava, vermiculita, lana de roca, etc.) para proveer soporte mecánico a la planta.

Los sistemas del cultivo sin suelo han sido clasificados como abierto (una vez que la solución nutritiva, es aplicada a las raíces de las plantas, ésta no es reusada), o cerrado (la solución nutritiva, excedente es recuperada, regenerada y reciclada) (Jensen y Collins, 1985).

Los aspectos de la solución nutritiva, que en mayor medida influyen en la producción son: (1) la relación mutua entre los cationes, (2) la relación mutua entre los aniones, (3) la concentración de los nutrimentos, debido a que éstos se encuentran en forma iónica, la concentración se expresa mediante la conductividad eléctrica (CE), (4) el pH, y (5) la temperatura.

3.1. Características de las soluciones nutritivas

La solución nutritiva consiste en agua con oxígeno y los nutrimentos esenciales en forma iónica. Algunos compuestos orgánicos como los quelatos de fierro forman parte de la solución nutritiva (Steiner, 1968). Para que la solución nutritiva tenga disponibles los nutrimentos que contiene, debe ser una solución verdadera, todos los iones se deben encontrar disueltos. La pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrimentos puede ocasionar su deficiencia en la planta. Además, de este problema se genera un desbalance en la relación mutua entre los iones (Steiner, 1961).

De acuerdo con Arnon y scout (1939), citados por Sánchez y Escalante (1989) para que un nutrimento se considere como esencial para las plantas debe cumplir con tres requisitos:

- Las plantas deben ser incapaces de completar su ciclo de vida en ausencia del elemento mineral.
- Las funciones del elemento no podrán ser sustituidas por otro elemento.
- El elemento debe estar directamente involucrado en el metabolismo de las plantas.

Se ha demostrado la esencialidad de los siguientes minerales: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), Calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), fierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), zinc (Zn) y molibdeno (Mo). Se ha demostrado también que varios otros minerales como el sodio (Na), silicio (Si), aluminio (Al), cobalto (Co), níquel (Ni) y selenio (Se), sin ser esenciales pueden estimular el crecimiento de varias especies (Sánchez y Miranda, 2004).

En el cultivo sin suelo, las necesidades nutrimentales que tienen las plantas son satisfechas con los nutrimentos que se suministran en la solución nutritiva. La cantidad de nutrimentos que requieren las plantas depende de la especie, la variedad, la etapa fenológica y las condiciones ambientales (Carpena *et al.*, 1987; Adams, 1994b).

Cada especie vegetal que se cultiva sin sustrato, requiere de una solución nutritiva con características específicas. De acuerdo con Graves (1983) y Steiner (1984), las principales características que influyen en el desarrollo de los cultivos y sus productos de importancia económica son: la relación mutua entre los aniones, la relación mutua entre los cationes, la concentración de nutrimentos (representada por la CE), el pH, la relación $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ y la temperatura de la solución nutritiva.

a) Relación mutua entre aniones

El concepto de relación mutua entre iones fue empleado por Steiner (1961). Se basa en que la solución nutritiva debe estar balanceada en sus macronutrimentos: NO_3^- , H_2PO_4^- y SO_4^{2-} , para el caso de los aniones. El balance consiste no sólo en la cantidad absoluta de cada uno de ellos, sino, además, en la relación cuantitativa que se establece entre los cationes por una parte y los aniones por la otra.

Steiner (1968) señaló, respecto a la concentración de un ion, que el problema más importante es la relación que tiene respecto a los otros dos iones de su misma carga eléctrica; una inadecuada relación entre los iones puede disminuir el rendimiento. La relación mutua entre los aniones por una parte y los cationes por otra, correspondientes a seis formulaciones de soluciones nutritivas que se han empleado en el cultivo sin suelo, para la producción de chile habanero, se presenta en forma porcentual para cada macronutriente en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Relación mutua entre aniones y cationes en base al total de mol_c de aniones o de cationes (Adaptado de: Steiner, 1961; Asher y Edwards, 1983; Jensen y Collins, 1985; Resh, 1991).

Solución	NO_3^-	H_2PO_4^-	SO_4^{2-}	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+
Relación porcentual en mol _c m ⁻³							
	----- Aniones -----			-----Cationes-----			
Knop (1865) £	79	10	11	23	66	11	‡
Robbins (1946) £	74	5	21	26	53	21	‡
Hoagland y Arnon (1950) §	74	5	21	32	42	21	5
Steiner (1961)	60	5	35	35	45	20	‡

Resh (1981)	44	8	48	40	40	12	8
Graves (1983)	50	6	44	40	44	16	‡

‡ No incluye a este ion .

£ Citado por Resh (1991).

§ Citados por Asher y Edwards (1983).

Las diferencias en las relaciones entre los iones que resultan de las soluciones nutritivas se deben, en parte, a que éstas se generaron en condiciones ambientales diferentes, además, ninguna de las soluciones nutritivas fue formulada específicamente para una cierta etapa fenológica. Los nutrimentos que demandan las plantas en la relación mutua entre aniones y entre cationes, dependen de la etapa fenológica. Con base en lo reportado por Resh (1991), Valenzuela *et al.* (1993) y Gertsson (1995), el paso de una etapa fenológica a otra se caracteriza por cambios en la actividad bioquímica y en la reestructuración del metabolismo primario. Estas fluctuaciones influyen en toda la planta y en la composición química de sus órganos en cada etapa. Con excepción de Ca^{2+} y en algunos casos Fe^{2+} (Sánchez-Alonso y Lachica, 1987) y B (Marschner, 1995) el contenido de nutrimentos, con base en la materia seca, disminuye en la medida que avanza la edad de la planta o de sus órganos.

Esta disminución es causada principalmente por un incremento relativo del material estructural (paredes celulares y ligninas) y compuestos almacenados (almidones) en la materia seca (Marschner, 1995).

La concentración de nutrimentos poco móviles en la planta, como el Ca^{2+} , presenta mayor diferencia en las hojas más jóvenes comparando un adecuado con un insuficiente suministro de este nutrimento en la solución nutritiva. El contenido de Ca^{2+} en las hojas (jóvenes y adultas) aumenta conforme pasa de una etapa fenológica a otra (Huett y Rose, 1988), lo mismo ocurre en hojas, tallo y raíces (Carpena *et al.*, 1987) y en la planta completa (Steiner, 1973).

Con base en la composición química de la planta de chile habanero durante su desarrollo, Sarro *et al.* (1986), Gertsson (1995) y Alarcón *et al.* (1997) la dividieron en tres periodos, que corresponden a las etapas de: floración, fructificación y maduración. En la medida que cambia la etapa fenológica de la planta, la relación mutua entre los aniones acumulados en la planta se modifica. El NO_3^- disminuye su relación a expensas de SO_4^{2-} y en menor medida de H_2PO_4^- .

b) Relación Mutua entre los Cationes

Los macronutrimentos que contiene la solución nutritiva en forma de cationes son K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} , algunas de las soluciones incluyen al NH_4^+ (Cuadro 1). El K^+ disminuye en forma proporcional a la que se incrementa el Ca^{2+} , el Mg^{2+} sufre pocos cambios

(Steiner, 1973). La demanda y, por lo tanto, la absorción de los macronutrientes no son lineales durante el desarrollo de la planta, esto trae como consecuencia que también deba sincronizarse la relación mutua entre los iones en la solución nutritiva. Para elegir la solución nutritiva apropiada en cada caso, deben tomarse en cuenta las condiciones del ambiente. Debido a la relación existente entre la absorción de Ca^{2+} y de agua por parte de la planta, la interacción de los factores ambientales y la relación mutua entre los cationes tienen gran influencia en la nutrición de las plantas. En Chile habanero, al aumentar la presión de vapor en la atmósfera, disminuye el flujo de transpiración y, por ende, la absorción de Ca^{2+} , si además la solución nutritiva tiene una relación Ca^{2+} : ($\text{K}^+ + \text{Mg}^{2+} + \text{NH}_4^+$) baja (menor que 40:60) es muy probable que se manifiesten algunos problemas fisiológicos derivados de un desbalance nutricional, como es el caso de la pudrición apical (Adams y Ho, 1993).

c) Conductividad Eléctrica (CE) de la Solución Nutritiva

Existe una relación directa entre la concentración de nutrientes y la CE de la solución nutritiva. Al aumentar la CE, la planta debe destinar mayor energía para absorber agua y nutrientes (Asher y Edwards, 1983; Ehret y Ho, 1986).

La CE de la solución nutritiva influye en la composición química de las plantas, al aumentar la CE aumenta la concentración de K^+ en las plantas a expensas principalmente de Ca^{2+} . También se incrementa la concentración de P y en menor medida la de NO_3^- , ambos a costa de SO_4^{2-} . Este comportamiento se presenta independientemente de la etapa de desarrollo (Steiner, 1973). En la medida que la solución nutritiva aumenta su CE, disminuye la capacidad de la planta para absorber agua (Ehret y Ho, 1986b; Adams, 1994a) y nutrientes (Steiner, 1973). Pero una solución nutritiva con CE menor que la que requieren las plantas (menor que 2 dS m^{-1}), puede inducir deficiencias nutricionales. Al aumentar la CE de la solución nutritiva a más de 6 dS m^{-1} , además de inducir una deficiencia hídrica, aumenta la relación K^+ : ($\text{K}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{NH}_4^+$), ocasionando desbalances nutricionales. No todos los nutrientes son afectados en igual medida. Los que se mueven por flujo de masas, como el Ca^{2+} y en menor medida el Mg^{2+} se absorben en menor cantidad, de esta manera se puede inducir deficiencia de Ca^{2+} (Ehret y Ho, 1986). La CE apropiada para la producción de Chile habanero está estrechamente relacionada con las condiciones ambientales (humedad relativa, temperatura y luz).

d) pH de la Solución Nutritiva

El pH de la solución nutritiva es una propiedad inherente de la composición mineral (De Reijck y Schrevens, 1998). El pH óptimo de la solución nutritiva es entre 5.5 y 6.0, de esta manera se logra:

- **Regular el contenido de HCO_3^- .** En forma natural el agua contiene HCO_3^- , este ion se transforma a CO_3^{2-} cuando el pH es mayor que 8.3, ó a H_2CO_3 cuando el pH es menor que 3.8, este ácido en la solución se encuentra en equilibrio químico

con el bióxido de carbono de la atmósfera ($\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$). A pH mayor que 8.3 el Ca^{2+} y el Mg^{2+} se precipitan fácilmente en forma de carbonatos. Una concentración de HCO_3^- mayor que 10 mol m^{-3} puede ser tóxica para las plantas (Ayers y Westcot, 1987). La forma de disminuir el contenido de este ion es neutralizándolo con un ácido fuerte, por ejemplo: H_2SO_4 ó HNO_3 .

- **Solubilizar al H_2PO_4^- .** La principal forma en que el fósforo es absorbido por las plantas es H_2PO_4^- . Al igual que el HCO_3^- , el H_2PO_4^- está sujeto a cambiar a otras formas derivadas de la disociación del H_3PO_4 , en la medida que aumenta el pH aumenta el grado de disociación de este ácido. Entre el pH de 5.5 y 6.0 predomina el H_2PO_4^- , en relación con el H_3PO_4 , o al HPO_4^{2-} , pero en la medida que aumenta el pH aumenta la proporción de HPO_4^{2-} respecto a H_2PO_4^- . El HPO_4^{2-} se precipita con el Ca^{2+} cuando el producto de la concentración de estos dos iones, expresado en mol m^{-3} , es mayor que 2.2 (Steiner, 1984). En general, son estos dos iones los que precipitan en un intervalo más amplio de pH (De Reijck y Schrevens, 1998).
- **Evitar la precipitación de Fe^{2+} y Mn^{2+} .** La solubilidad de estos dos iones también está en función del pH; en la medida que éste aumenta, la solubilidad de esos cationes disminuye. Para el caso del hierro, en cultivo sin suelo se recomienda el uso de la forma Fe^{2+} (reducida), la forma (oxidada) Fe^{3+} es menos soluble, ésta precipita como $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (De Reijck y Schrevens, 1998). El Fe^{2+} tiende a oxidarse, una forma de controlar su solubilidad es evitando que el pH sea mayor que 6. Otra forma es aplicar el Fe^{2+} en forma de quelato, por ejemplo la sal disódica del EDTA.
- **Relación NO_3^- : NH_4^+** El NO_3^- es la principal forma química en que las plantas se abastecen de N; sin embargo, una pequeña fracción en la forma de NH_4^+ presenta algunos beneficios en la nutrición de las plantas de chile habanero. El pH de la solución nutritiva puede variar dependiendo de la relación en la absorción de aniones y de cationes, en la medida que las plantas absorben más aniones el pH de la solución nutritiva aumenta.

La principal causa de la variación de la relación en la absorción entre aniones y cationes depende de la forma química en que se administre el N en la solución nutritiva (Guill y Reisenauer, 1993). La absorción de NH_4^+ requiere de su inmediata asimilación debido a que este ion es tóxico a la planta. Su asimilación consume energía, la cual depende de la energía luminosa; la administración de NH_4^+ en días nublados puede reducir el rendimiento (Veen y Kleimendort, 1985). El NO_3^- puede ser asimilado para sintetizar compuestos orgánicos, o almacenado en las vacuolas. Este último tiene entre sus funciones regular el balance entre cationes y aniones, por osmorregulación (Granstedt y Huffaker, 1982). En el

proceso de asimilación del NO_3^- , las raíces liberan iones OH^- y HCO_3^- a la solución nutritiva y se sintetizan aniones de ácidos orgánicos con el fin de mantener el balance de cargas (aniones y cationes) y el pH (ácidos y bases) en la vacuola (Martínes *et al.*, 1994; Marschner, 1995).

e) Temperatura de la Solución Nutritiva

La temperatura de la solución nutritiva influye en la absorción de agua y nutrientes. La temperatura óptima para la mayoría de las variedades de chile habanero es de aproximadamente 22 °C, en la medida que la temperatura disminuye también disminuye la absorción y asimilación de los nutrientes (Cornillon, 1988).

Según Adams (1994), la temperatura de la solución nutritiva tiene aún mayor efecto en la absorción de P que de N y agua. Con temperaturas menores que 15 °C, Moorby y Graves (1980) encontraron deficiencias de Ca^{2+} , P y Fe^{2+} . A bajas temperaturas la suberización de la endodermis se extiende al ápice de la raíz e influye en la absorción de los nutrientes. La deficiencia de Ca^{2+} debida a la baja temperatura ocasiona mayor incidencia en la pudrición apical del fruto (Graves, 1983).

En el agua, además de disolver las sales que corresponden a los nutrientes, en forma natural se disuelve el oxígeno que requieren las raíces de las plantas. La temperatura de la solución nutritiva tiene relación directa con la cantidad de oxígeno consumido por la planta e inversa con el oxígeno disuelto en la solución nutritiva.

A temperatura menor que 22 °C el oxígeno disuelto en la solución nutritiva es suficiente para abastecer la demanda de este nutriente; sin embargo, el requerimiento es pequeño debido a que se reduce la velocidad de un buen número de procesos fisiológicos, entre ellos la respiración y, por lo tanto, también se reduce el crecimiento de la planta. A temperaturas mayores que 22 °C las condiciones son contrarias, la gran demanda de oxígeno no es satisfecho por la solución nutritiva debido a que a mayor temperatura aumenta la difusión de este gas. Con altas temperaturas de la solución nutritiva también se incrementa el crecimiento vegetativo en una magnitud mayor que la deseable y disminuye la fructificación (Graves, 1983).

El control de la temperatura de la solución nutritiva es un factor que adquiere importancia secundaria en los lugares de clima templado. En las zonas con temporadas frías, es conveniente tener un sistema de calefacción para la solución nutritiva. Es necesario evitar temperaturas menores que 15 °C para prevenir la reducción de la absorción de nutrientes (Moorby y Graves, 1980). Lo ideal es mantenerla lo más cercana posible a 22 °C.

3.2. Diferentes Tipos de Soluciones nutritivas

Se ha demostrado que no existe una solución nutritiva óptima para un cultivo dado, además las plantas se desarrollan razonablemente bien aunque los elementos nutritivos oscilen dentro de rangos más o menos amplios.

Una solución nutritiva puede entonces ser adecuada para varias especies de plantas de cultivo o también un cultivo dado puede desarrollarse adecuadamente con varias fórmulas siempre y cuando los elementos esenciales en la solución queden comprendidos dentro de los rangos óptimos para su desarrollo.

Existen en la actualidad más de 100 fórmulas para preparar soluciones nutritivas que se han probado con éxito en la práctica de la hidroponía a través de todo el mundo. Algunas son adecuadas para ciertas condiciones climáticas y para ciertos cultivos, mientras que otras se prestan para condiciones y cultivos diferentes. Unas, propias para una época del año y otras para otra.

La elección de una fórmula determinada para un cultivo en una región dada depende fundamentalmente de la experiencia obtenida en la práctica en situaciones semejantes y de la experimentación que se efectúe.

La elección depende también de la cantidad y tipo de sales que ya contenga el agua, de los fertilizantes existentes y sus precios y del tipo y método del cultivo hidropónico elegido.

En seguida se presentan algunos cuadros (del 5 al 15) con ejemplos de fórmulas para preparar soluciones nutritivas típicas que se han probado con éxito en diversas áreas del mundo. Aunque casi todas las fórmulas no incluyen a los elementos menores, éstos se deben tomar en cuenta para elaborar las soluciones nutritivas.

Cuadro 5. Solución nutritiva Steiner con indicaciones de cantidades de fertilizantes a disolver por litro de solución.

Fertilizante o sal	Peso molecular	Peso equivalente	Solución Steiner (me/L)	Solución Steiner (g/L)	Peso para 1000 L (g)
Tanque Nitratos (1)					
Nitrato de Calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (15.5% N, 19% Ca)	236	118	9	1.062	1062
Nitrato de Potasio KNO_3	101	101	3	0.303	303

Tanque Sulfatos (2)					
Sulfato de Potasio K ₂ SO ₄ (52% K ₂ O)	174	87	4	0.348	348
Sulfato de Magnesio MgSO ₄ *7H ₂ O (9.8% Mg)	246.3	123.15	4	0.493	493
Ácido Fosfórico H ₃ PO ₄ , 85%, densidad 1.7 g/mL	98	32.7	1	0.23 µL	23 mL

Cuadro 6. Concentración de micronutrientes para soluciones nutritivas recomendadas por Hoagland y Arnon para cultivo de chile habanero (1937)

Sal o reactivo	Concentración recomendada (mg/L o ppm)	Cantidades (g/1000 l)
Fe-Quelato (7%)	3.0	43
H ₃ BO ₃	0.5	2.8
MnSO ₄ *H ₂ O	0.7	2.2
ZnSO ₄ *7H ₂ O	0.09	0.4
CuSO ₄ *5H ₂ O	0.02	0.08
Na ₂ MoO ₄ *2H ₂ O	0.04	0.1

Estas cantidades pueden agregarse directamente a la solución nutritiva final o todas las cantidades de esta columna se disuelven en 1 L de agua par después agregar 1 mL por 1 L de solución nutritiva final.

Cuadro 7. Disolución nutritiva la cual solo considera macronutrientes recomendada por Hoagland y Arnon (1950)

Elemento	Concentración en milimoles/l (mm)	Concentración en miliequivalentes/l (meq/l)
Nitrógeno (N)		
N-Nitrato (N-NO ₃ ⁻)	14	14

N-Amoniacal (N-NH ₄ ⁺)	1	1
Fósforo (P)	1	1
Potasio (K)	6	6
Cálcio (Ca)	4	8
Magnesio (Mg)	2	4
Azufre (S)	2	4

Cuadro 8. Fórmula estándar para cultivo en grava en Japón. Fuente: Douglas (1976).

Sales	Gramos/1000 litros de agua
Nitrato de potasio	810
Nitrato de amonio	320
Sulfato de magnesio (sal de epsom)	500
Superfosfato (simple)	580
(micronutrientes)	(variable)

Cuadro 9. Fórmula Lago. Fuente: Ellis y Swaney (1963).

Sales	Gramos/1 000 litros de agua
Sulfato de magnesio	
Sal de epsom	780
Superfosfato (triple)	405
Nitrato de potasio	770
Sulfato de calcio	1425
Micronutrientes	(variable)

Cuadro 10. Fórmula California. Fuente: Ellis y Swaney (1963).

Sales	Gramos/1 000 litros de agua
-------	-----------------------------

Sulfato de magnesio	
(sal de epsom)	520
Nitrato de potasio	660
Fosfato monoamónico	120
Nitrato de calcio	720
(micronutrientes)	(variable)

Cuadro 11. Fórmula de Withrow propuesta por Turner y Henry (1946).

Sales	Gramos/1 000 litros de agua
Sulfato de magnesio	
(anhidro)	65
Superfosfato triple	310
Nitrato de potasio	100
Sulfato de calcio	760
Sulfato de amonio	140
(micronutrientes)	(variable)

Cuadro 12. Fórmula de Israel. Según Bentley (1959).

Sales	Gramos/1 000 litros de agua
Nitrato de sodio	700
Superfosfato (simple)	1000
Sulfato de potasio	750
Sulfato de calcio	140
Sulfato de magnesio (sal de epsom)	450
Sulfato de fierro	5
Bórax	20
Sulfato de manganeso	1
Sulfato de cobre	0.1

Sulfato de zinc	0.1
-----------------	-----

Cuadro 13. Fórmula básica propuesta por Saunby (1959).

(Proporciona en ppm N-130, K₂O-120, P₂O₅ –100, MgO-40, Fe-3)	
Sales	Gramos/1 000 litros de agua
Nitrato de sodio	845
Sulfato de potasio	250
Superfosfato simple	625
Sulfato de magnesio	250
Sulfato de fierro	7
(micronutrientes)	(variable)

Cuadro 14. Concentración (ppm) de elementos nutritivos para la preparación de solución nutritiva, en el cultivo de chile habanero (Torres, 1989).

Macroelementos	Concentración	Microelementos	Concentración
Nitrógeno (N)	200-300	Fe	1-5
Fósforo (P)	60-90	Mn	0.5-1
Potasio (K)	200-300	B	0.1-1
Calcio (Ca)	300-400	Cu	0.1-1
Magnesio (Mg)	50-100	Zn	0.1-1
Azufre (S)	200-400	Mo	1

Cuadro 15. Elementos nutritivos, concentraciones y fuentes empleadas para preparar solución nutritiva para riego en el cultivo de chile habanero, (Muñoz 2000).

Elemento nutritivo	Concentración (ppm)	Fuente	Elemento que aporta
Nitrógeno (N)	250	Nitrato de calcio Ca(NO ₃) ₂	N y Ca
Fósforo (P)	60	Ácido fosfórico PO ₄ H ₃	P

Potasio (K)	300	Fosfato de potasio K_2SO_4	P y S
Calcio (Ca)	350	Nitrato de calcio $Ca(NO_3)_2$	N y Ca
Azufre (S)	200	No menciona	
M a g n e s i o (Mg)	75	Sulfato de magnesio $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	Mg y S
Fierro (Fe)	3.0	Sulfato ferroso ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)	Fe y S
M a n g a n e s o (Mn)	0.5	Sulfato de manganeso $MnSO_4 \cdot 4H_2O$	Mn y S
Boro (B)	0.5	Ácido bórico H_3BO_3	B
Cobre (Cu)	0.1	Sulfato de cobre $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	Cu y S
Zinc(Zn)	0.1	Sulfato de zinc $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	Zn y S

3.3. Formula Hidroamar para Chile Habanero

Esta fórmula la diseñó el Dr. Mario Pérez Grajales especialmente para los chiles y esta es la manejamos en nuestros cultivos de Chile Habanero.

Nitrato de Calcio	6.5 kg
Sulfato de Potasio	2.1 kg
Nitrato de Potasio	1.8 kg
Sulfato de Magnesio	3.0 kg
Sulfato Ferroso	125 gr
Sulfato de Manganeso	12.5 gr
Sulfato de Zinc	5 gr
Sulfato de Cobre	5 gr
Borax	25 gr
Ácido Fosfórico	250 ml ó Ácido Sulfúrico
Agua	2500 litros

3.4. Importancia de los nutrientes.

A raíz de los descubrimientos de los 16 elementos esenciales para el desarrollo de las plantas se logró implementar un procedimiento mediante el cual estos se disolvieran en el agua, dando origen a lo que se conoce como una solución nutritiva, la cual, aplicada en forma regular a las plantas propicia su adecuado desarrollo. Es aquí donde radica uno de los factores fundamentales de la hidroponía, puesto que de una adecuada preparación y manejo de la solución nutritiva, dependerá en buena medida el éxito o el fracaso de quien la practique (Gil et al. 2003).

Bajo un sistema de cultivo sin suelo, con excepción del carbono, oxígeno e hidrógeno, todos los elementos esenciales son suministrados a través de la solución nutritiva y en forma asimilable por las raíces, por lo tanto se considera prerequisite la solubilidad de los iones esenciales en el agua.

El nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, azufre y magnesio, denominados comúnmente como macroelementos (Figura 32), se añaden al agua usando casi siempre como fuente, fertilizantes comerciales. Los otros elementos: hierro, manganeso, boro, cobre, zinc y molibdeno (denominados microelementos) van a menudo incluidos como impurezas en el agua y en los fertilizantes que proporcionan los macroelementos (Sánchez y Escalante, 1988).

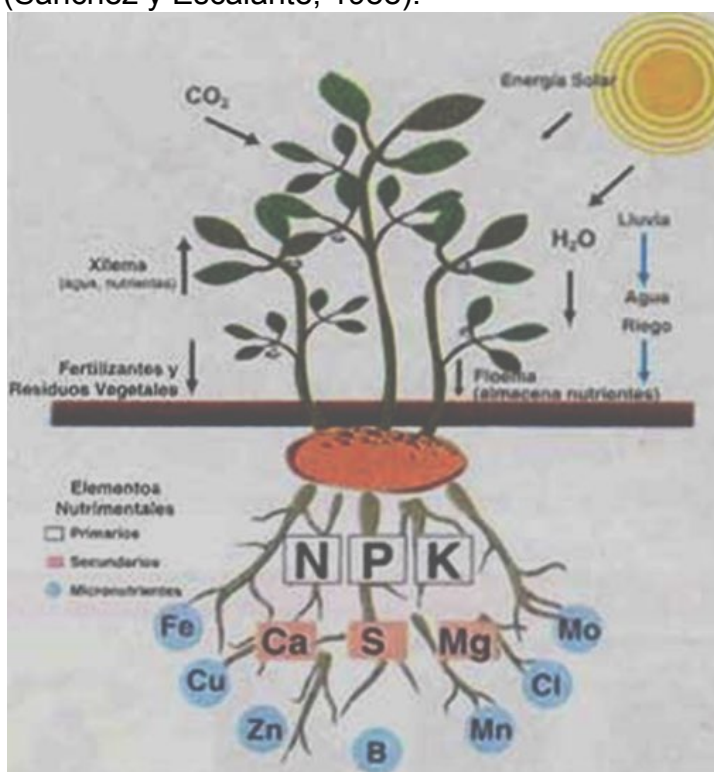


Figura 32. Elementos nutrimentales esenciales para el buen desarrollo de las plantas

3.5. Síntomas de deficiencias nutrimentales

Según Gil y Miranda (2000), tanto el déficit, como el exceso pueden causar trastornos en el desarrollo del vegetal, aunque es más frecuente observar la deficiencia de algunos de ellos. Dado lo costoso y tardado de los análisis de laboratorio, a continuación se señalan los síntomas visuales más comunes de deficiencias, así como algunas de las formas recomendables para corregirlos.

a) Nitrógeno

Amarillamiento primero en hojas viejas y después toda la planta (Figura 33). Posteriormente la nervadura principal se torna púrpura.

Solución:

1. Corrección en la solución nutritiva con nitrato de amonio.
2. Aspersión con nitrato de magnesio al 2-5 %.



Figura 33. Síntomas por deficiencia de nitrógeno

b) Magnesio

Amarillamiento intervenal en hojas viejas que luego se generaliza a toda la planta (Figura 34).



Figura 34. Deficiencia de magnesio

Solución:

1. Corregir la solución nutritiva a base de Sulfato de Magnesio o nitrato de magnesio.
2. Asperjar con Nitrato de Magnesio al 2-5 %.

c) Hierro

Amarillamiento intervenal en hojas tiernas, que después se generaliza a toda la planta (Figura 35).



Figura 35. Amarillamiento por deficiencia de hierro

Solución:

3. Corregir la solución nutritiva añadiendo quelato férrico.
4. Pulverización foliar con una solución nutritiva de quelato férrico del 0.02 al 0.55 % cada 3 o 4 días.
5. Aspersión con algún fertilizante foliar comercial que lo contenga (Growgreen, Bayfolan, etc.).

Otros síntomas comunes de deficiencias nutrimentales en chile habanero son:

d) a) Fósforo

Las hojas toman un color verde oscuro y después aparecen en varias de las hojas y en el envés manchas púrpuras y moteadas de puntos secos con síntomas de arrosetamiento (Figura 36)



Figura 36. Deficiencia de fósforo

Solución:

1. Agregar ácido fosforito a la solución nutritiva (tener cuidado con el pH).
2. Agregar fosfato monoamónico a la solución de nutrientes.

e) Potasio

Márgenes de hojas viejas rizadas, clorosis entre nervaduras, moteado pequeño seco, hojas pequeñas, después la clorosis y necrosis se extiende sobre grandes superficies de la hoja (Figura 37). Frutas con manchas maduras de forma irregular y áreas verduscas.



Figura 37. Síntomas de deficiencia de potasio

Solución:

1. Corregir la solución nutritiva con sulfato de potasio.
2. Pulverización foliar de sulfato de potasio al 2 %.

f) Calcio

Amarillamiento de bordes en hojas superiores, muerte de yemas vegetativas, pudrición del fruto en el área de la yema floral (Figura 38).



Figura 38. Deficiencia de calcio

Solución:

1. Pulverización foliar con una solución de 0.75 al 1 % de Nitrato de Calcio y su corrección agregando éste a la solución nutritiva.

De acuerdo a los síntomas que se presentan en el cultivo, no es una fuente confiable para la modificación de soluciones nutritivas ya que esto no garantiza que sea por la deficiencia o el exceso de nutrimentos, ya que el daño esta hecho y no pueden ser reversibles. Pero es de gran importancia saber identificarlos y diferenciarlos para saber si son síntomas por deficiencia de algún nutrimento o por el ataque plagas y enfermedades.

Como se menciona anteriormente las diferentes formulas de fertilización han sido basadas en investigaciones donde le dan mas importancia la relación de cationes y aniones, CE y pH, generalizándolos para todos los cultivos, pero han sido calculadas para hidroponía en concentraciones que solo responden a los cultivos establecidos en el lugar y con las condiciones en las que se realizaron esos trabajos. Además, de que el problema no es la planta sino el ambiente en donde se desarrolla ya que varían los factores y predecir una formula lleva tiempo y dinero.

4. SIEMBRA

La elección del cultivar de chile habanero para invernadero debe hacerse con mucho cuidado debido a que existen en el mercado cientos de cultivares disponibles, pero no todos son apropiados para la producción intensiva en invernadero. (Pérez y Castro, 1999)

4.1. Almacigo

El almacigo o semillero no es otra cosa que un pequeño espacio al que damos las condiciones óptimas para garantizar la germinación o nacimiento de las semillas y el crecimiento inicial de las plántulas (Figura 39). Un almacigo permite reproducir plantas a partir de sus semillas en aquellos casos en que la siembra directamente sobre el terreno puede presentar dificultades. Permite mantener bajo control las condiciones de germinación de la semilla y el posterior desarrollo de la plantita hasta el momento del trasplante, además, permite seleccionar las mejores plantitas cuando se deban trasplantar.



a)

b)

Figura 39. a) Pequeño invernadero usado como semillero, b) plántulas obtenidas

a) Obtención de plántula

La producción de plántula de chile habanero debe hacerse en charolas de unicel (poliestireno), expandido de 200 cavidades (Figura 40), con el uso de sustratos tales como Growing Mix # 2, Peat Moss, Phyto Plant o Sun Shine, entre otros. Estos sustratos tienen un tamaño de partícula adecuado para la producción de plántula de hortalizas. Este sistema de producción de plántula es viable y garantiza la germinación y crecimiento adecuado de todas las semillas establecidas (Pérez y Castro, 1999).

**a)****b)**

Figura 40. a) Obtención de plántulas de chile habanero en charolas de poliestireno, b) plántulas en crecimiento con sustrato

Como las semillas son de alto costo pero con alto porcentaje de viabilidad, se debe colocar solo una semilla por cavidad a 0.5 cm de profundidad en el sustrato, y cubrirse con el mismo. Antes de colocar el sustrato en charolas, éste se debe humedecer a tal grado que permita moldear figuras con el puño de la mano. Una vez sembrado debe aplicarse un riego pesado sobre las charolas hasta que inicie el

escurrimiento de agua en los orificios de la parte inferior de las mismas. Posteriormente, éstas deben ser apiladas en grupos de 10 y cubrirse con polietileno negro en un sitio cerrado durante tres días para favorecer la germinación, (Pérez y Castro, 1999)

Las charolas deben muestrearse periódicamente para determinar el porcentaje de germinación y extenderlas oportunamente para evitar que las plántulas se alargue (etiología por escasez de luz) y se atrofie su crecimiento (Figura 41). Estos muestreos toman en consideración el cultivo, la temperatura y la hora de siembra (Gil y Miranda, 2000).



Figura 41. Plántulas que sufrieron etiolación (alargamiento y debilidad de tallos)

Así mismo es importante controlar la alta humedad relativa ya que no solo proporciona una menor evapotranspiración sino que también un alto riesgo de enfermedades fúngicas como el damping off, que causa un estrangulamiento del cuello de la plántula la cual es difícil controlar con productos químicos si el exceso de humedad no se corrige (Pérez y Castro, 1999).

Según Velasco y Nieto (2005), después de la siembra, se deben de realizar los riegos con agua sola (de la llave), una vez que se han formado las dos primeras hojas verdaderas se inicia el riego con solución nutritiva, se puede utilizar la misma que se utiliza durante el desarrollo del cultivo diluida a 50 %, cuidando que no le caiga la solución en las hojas ya que puede causar quemaduras o dañar el ápice de la planta, para evitar esto se riega sumergiendo las charolas en una tina con solución o con mucho cuidado regar en la base del tallo.

Según Pérez y Castro (1999), las aplicaciones de los riegos pueden hacerse con regaderas manuales o con un sistema de microaspersión móvil con aguilón el cual puede ser aprovechado para aplicar soluciones nutritivas. Es importante mantener una humedad relativa del 70 al 80 % para favorecer el desarrollo de la plántula.

Durante el crecimiento de las plántulas en el semillero, particularmente en los primeros días de crecimiento es importante evitar la insolación directa ya que ésta puede ocasionar daños a la base del tallo y eventualmente la muerte de plántulas, pero también evitar un sombreado excesivo que ocasionaría elongación y etiolación y por tanto un debilitamiento de las plántulas (Figura 42). Se recomienda por lo tanto un sombreado ligero que evite la radiación solar directa (Velasco y Nieto, 2005).



Figura 42. Plántulas de chile habanero en crecimiento.

3.6.3. Otra alternativa de siembra

Como otra alternativa de siembra se puede depositar la semilla directamente al sustrato definitivo en donde crecerán las plántulas; es decir, se puede depositar una semilla por cada una de las bolsas o cama de crecimiento a una profundidad de 0.5 cm. y cubrirlas con una pequeña cantidad de Growing Mix para asegurar la germinación. Esta variante funciona perfectamente cuando no se tiene ocupado el invernadero con otro cultivo y tiene la ventaja que el sistema radical de la planta no se daña por que sufre el efecto de trasplante (Pérez y Castro, 1999)

En la planificación de siembra del cultivo de chile se necesita conocer su capacidad productiva: tolerancia o resistencia a enfermedades, hábito de crecimiento, ciclo comprendido de siembra o cosecha, sistema de conducción y siembra (surco simple ó doble), época de siembra.

Con riego se puede sembrar todo el año. Se debe tener mucho cuidado con las heladas en zonas altas y en climas templados o fríos; efectos de altas temperaturas y época del año (seco o lluvioso).

Semillero:

En el sistema de siembra por trasplante, se recomienda programar la preparación de semilleros 20 a 30 días antes de ejecutar el trasplante al campo definitivo, para lo cual se prepara un área de terreno en óptimas condiciones, para la germinación y desarrollo de las plantitas. Este sistema permite un mejor control de las condiciones ambientales tales como: la temperatura (tapado), humedad (riegos), prevención del ataque de plagas (utilizando mallas apropiadas), manejo adecuado del sistema de siembra (semilla por semilla) y selección de plántulas al momento de trasplante.

Es recomendable hacer los semilleros en terrenos ó lugares diferentes al campo definitivo, con el objeto de evitar focos de contaminación.

Se recomienda utilizar plántulas producidas en charolas de poliestireno, las cuales tienen un mayor vigor y sanidad al momento del trasplante definitivo, así como un mayor arraigue lo cual reduce o elimina la práctica de reposición de plántulas muertas.

Las charolas mas recomendables son las de 200 cavidades. Como sustrato se pueden emplear diferentes materiales comerciales, cuya selección depende de la disponibilidad y costo de los mismos; estos sustratos deben estar esterilizados. Se recomienda el uso de Cosmopeat, Peat moss, Growing mix 1, u otros con características similares.

Para la siembra se llenan las charolas con el sustrato hasta las $\frac{3}{4}$ partes de la capacidad total de las cavidades. A continuación se colocan una o dos semillas por cavidad dependiendo de la viabilidad de las mismas, y se pone una capa de sustrato para cubrir la semilla hasta cubrir la charola. En total se requiere entre 1 y 1.5 Kg. de sustrato por charola.

Después de la siembra se les aplica agua a las charolas hasta saturar completamente el sustrato. Las charolas sembradas y regadas se deben colocar en un lugar oscuro almacenadas una sobre otra y cubiertas con un plástico negro. Se revisa cada tercer día para checar la humedad de las mismas. Al germinar se colocan las charolas en un lugar definitivo acomodadas en una estructura que evite el contacto con el sustrato, para permitir la aireación y el drenaje. Se utiliza 120 charolas para cubrir una hectárea aproximadamente.

Es indispensable la aplicación de fertilizantes ene. Riego, ya que el sustrato no tiene los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas. Se recomienda aplicar en 700 ltrs de agua 1kg de polyfeed 12-43-12, 500grs de MAP y 1kg de nitrato de potasio. Se agita hasta disolverlos completamente y se aplica como riego por aspersión a las charolas.

Orientación del Semillero.

El largo del semillero debe estar en dirección del recorrido del sol, ó sea de Oriente a Poniente, esto con el fin de favorecer la conservación de la humedad del semillero y de proteger las plántulas de las quemaduras del sol.

6. MANEJO FITOSANITARIO DEL ALMACIGO

Cuando se ejecute la siembra del semillero es necesario considerar los siguientes aspectos:

Lavarse las manos con agua y bastante jabón, y de ser posible con agua con cloro, antes de tocar las semillas.

No fumar para no ser transmisor de virus (especialmente el virus del Mosaico del Tabaco).

Colocar trampas plásticas de color amarillo impregnado de vaselina inodora e incolora o de aceites, las que deben estar lo más retirado posible del semillero, para atraer en sentido contrario a los insectos plagas.

Si se usan barreras, estas deben sembrarse con suficiente anticipación (de 25 a 35 días), antes, a efecto de que cuando se siembre éste, la barrera esté de suficiente tamaño para que cumpla con su cometido.

Control de Malezas en el Semillero:

En el semillero, no deben dejarse que nazcan, mucho menos que crezca ninguna clase de malezas y la que vaya emergiendo se debe eliminar.

Control de Humedad:

El semillero debe mantenerse ligeramente húmedo. Hay que realizar los riegos a diario y especialmente en horas frescas, por la mañana o por la tarde, con el propósito de que no se queme o reseque el semillero.

El riego se suspende por lo menos un día antes del trasplante, con la finalidad de que las plantas se endurezcan y soporten mejor los daños o "shock" del trasplante. Se debe dar un riego adecuado el día del trasplante, para facilitar el arranque de plántulas y que no se dañe el sistema radicular.

Tiempo del semillero:

El tiempo del semillero puede oscilar entre 22 a 30 días. Lo ideal para realizar el trasplante es cuando las plantitas de chile tienen de 12 a 15 centímetros de alto, con un tallo de 5 a 7 milímetros de grosor y entre 4 a 6 folíolos.

4.2. Transplante

El trasplante se lleva de 28 a 40 días después de la germinación de la semilla una vez que la planta haya alcanzado de 15 a 20 cm. de altura (Figura 43) o tenga cuatro hojas verdaderas (Velasco y Nieto, 2005).



Figura 43. Plántulas listas para el transplante.

Otra característica importante para considerar que la plántula es óptima para su trasplante es que el sistema radical debe haber explorado todo el sustrato que se encuentra en cada una de las cavidades de las charolas donde han estado creciendo. Esto es importante porque cuando las raíces exploran todo el sustrato (Figura 44) permite que estas no sufran daños considerables en su sistema de raíces ya que cuando sufren heridas estas son un excelente medio para la entrada de posibles hongos fitopatógenos (Pérez y Castro, 1999).



Figura 44. Plántula con raíces contenidas completamente en sustrato

Velasco y Nieto (2005), mencionan que para llevar a cabo un buen transplante se debe hacer las siguientes recomendaciones:

- a) La distancia de separación entre las plantas debe ser minimamente de 30 cm y máximo de 70 cm para la plantación en bolsas. Si es de tres hileras se hace en tres bolillo teniendo una distancia mínima de 35 cm de centro a centro, cuando se utilizan bolsas se 50 x 50 (18 litros) se puede poner a 90 cm de centro a centro de la bolsa, en este caso se colocan dos plantas por bolsa. También se puede colocar solo dos hileras de bolsas, colocándose solo de 5 a 10 cm una de otra (Figura 45).
- b) En caso de manejar el cultivo en camas, es muy recomendable hacerlas de 1.20 cm de ancho, poniendo dos o tres hileras de plantas por cama y separadas de 35 a 40 cm entre hileras y 45 a 60 cm entre plantas, estas distancias están consideradas para llevar la plantación de 8 a 10 racimos en un ciclo de cinco a seis meses; para el caso de manejar el cultivo en ciclos mas cortos, se puede incrementar la densidad de plantas por unidad de superficie, disminuyendo el numero de racimos por planta.
- c) Hay que tener cuidado de no establecer una densidad de plantas muy alta ya que puede traer varios problemas una vez que el cultivo esta grande, sobre todo por sombreadamiento y falta de ventilación se crean condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades y el follaje pierde su vida productiva antes de que los frutos maduren. Consecuentemente la falta de luz en las partes sombreadas hacen que los frutos no tengan una maduración uniforme y no tomen un color naranja intenso pudiendo disminuir su calidad.

- d) Para el transplante en el sustrato, se debe hacer una cepa de aproximadamente 5 cm de diámetro por 10 cm de profundidad para la ubicación de cada plántula, abriendo el sustrato con una estaca o punta o con una cuchara metálica hecha especialmente para tal fin. Se realiza el transplante colocando la plántula con todo y cepellón y se cubre con sustrato a la altura de las hojas cotiledonales, o de 2 a 3 cm más arriba dependiendo de la longitud del tallo principal de la plántula, compactando el sustrato hacia el cepellón para garantizar que el sustrato este en contacto con la plántula y así favorecer la absorción de agua, solución nutritiva y el anclaje.
- e) Antes de extraer el cepellón de las charolas para realizar el transplante, ya sea derivada la plántula de semilla o de esqueje, es muy recomendable regar ligeramente la charola para que el cepellón pueda desprenderse con facilidad de las cavidades. También al momento del transplante, en cualesquiera de sus formas (sustrato, camas, bolsas-sustrato) se recomienda realizar un riego pesado para que el sustituto este lo suficientemente hidratado y pueda el cepellón incorporarse con facilidad y además, par evitar la deshidratación después del transplante.
- f) El transplante debe realizarse preferentemente en la tarde y, en caso de días muy soleados es recomendable colocar una sombra temporal colgada a la estructura del invernadero (de tres a cinco días) para disminuir el riesgo por marchitamiento y/o estrés de las plántulas. Con esta práctica se permite que las plántulas desarrollen sus raíces dentro del sustrato nuevo y estas a su vez, puedan absorber el agua suficiente que la misma plántula pierde por transpiración.



Figura 45. Transplante de chile habanero en bolsas

5. MANEJO DEL CULTIVO

En el sistema de producción de chile habanero en ambiente protegido las labores agronómicas o manejos del cultivo ha sido y se harán siempre con el objetivo de

lograr altos rendimientos por unidad de superficie, a través del control de gran parte de los factores que inciden en ella, como son medio ambiente (luz, temperatura, humedad relativa, ventilación, entre otros), nutrición, sistema de riego, potencial genético de la planta, etc. y sobre todo las labores culturales que a continuación se enuncian.

5.1. Tutoraje

Según Gil, *et al.*, (2003), el tutoreo o guiado de las plantas de chile habanero, es una práctica necesaria en el campo o en el invernadero, porque permite un crecimiento adecuado de la planta e impide que los frutos se dañen o sufran el ataque de alguna enfermedad si estuvieran en contacto con el sustrato (Figura 46). Además, el tutoreo facilita las labores de poda, la aplicación de agroquímicos y la cosecha; también aumenta la densidad de población del cultivo.



a)

b)

Figura 46. a) Tutoraje en plantas pequeñas, b) aspecto del invernadero con tutores

- **Tutoreo de variedades de crecimiento determinado.** Estas variedades requieren un tutoraje tipo espaldera que corre a ambos lados de las dos hileras de plantas establecidas en los bancales. Las espalderas laterales se sostienen en postes de madera o algún otro material reforzado con alambres para darle solidez y pueda sostener un peso considerable (Gil y Miranda, 2000).
- **Tutoreo de variedades de crecimiento indeterminado.** El entutorado se sustenta de un entramado de alambre, solidario con la estructura del invernadero o, de forma independiente, con porterías. Normalmente, para cada planta se emplea un hilo de plástico (rafía de polipropileno), el cual se une a la planta por anillos de sujeción o liándolo al tallo (Figura 47). Este procedimiento es mas propenso a producir rozaduras y heridas al tallo, vía de acceso de enfermedades (Bautista y Alvarado, 2005).



Figura 47. Tutoreo en invernadero

El tutoreo se realiza atando con rafía o cordón en la base de la planta y sujetándolo en el alambre, colocando previamente sobre cada hilera de plantas. El nudo de rafía no debe ser muy fuerte para evitar estrangulamiento de las plantas y tampoco muy suave para evitar la fricción de las planta con ésta. A medida que la

planta se desarrolla, debe ser guiada colocando la rafia en espiral sobre el tallo a cada dos o tres hojas sobre éste; también se pueden utilizar anillos sujetadores en lugar de los nudos antes citados, quitando como cinturones en la base de las plantas y también se colocan los anillos cada 20 o 30 cm durante el desarrollo de la planta (Velasco y Nieto, 2005).

a) Podas

La poda es la eliminación de ciertas partes de la planta como hojas, tallos y/o frutos para mejorar el desarrollo y aspectos de la planta relacionados con su eficiencia fotosintética, hábito de crecimiento, sanidad, fructificación y facilidad de manejo (Gil, *et al*; 2003).

- **Poda de brotes laterales.** Esta actividad consiste en la eliminación manual de los brotes laterales o chupones (Figura 48) que se desarrollan en la base de las axilas de las hojas del tallo principal (Velasco y Nieto, 2005).

El problema de dejar desarrollar todos los brotes, es la gran competencia que se genera al interior de la planta por agua, luz y nutrientes. Para que esto no suceda, las plantas se pueden podar a uno, dos o tres tallos, siendo éstos los que van a desarrollar los frutos. Si dejamos a la planta a un solo tallo, los brotes laterales que van apareciendo se van eliminando; es recomendable la poda semanal o cuando los brotes tienen de 5-10 cm de longitud. Se deben desinfectar las heridas causadas por la poda con algún fungicida en solución concentrada o en forma de pasta. O bien, cuando son superficies extensas, hacer una aplicación foliar, después de terminar la poda (Gil y Miranda. 2003).

Según (Velasco y Nieto, 2005), cuando los brotes no se eliminan a tiempo y los brotes son más desarrollados y gruesos, es necesario utilizar tijeras para poder eliminarlos para evitar dañar a la planta; en este caso es importante desinfectar las tijeras con una solución de cloro del 2% o con algún fungicida; esto con la finalidad de evitar la transmisión de enfermedades por este medio.



a)

b)

Figura 48. a) Planta con brote, b) poda del brote lateral

- **Poda de hojas.** En este sistema de producción intensiva de chile habanero, la poda de hojas es obligada. De no realizarse se genera un microambiente de alta humedad relativa en el dosel inferior de las plantas que por un lado propicia un ambiente favorable para el desarrollo del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y botritis (*Botrytis cinerea*) y por otro, disminuye la penetración de luz que retarda la maduración de los frutos (Pérez y Castro, 1999).

El momento en que deben eliminarse las hojas es cuando los primeros frutos alcanzan su madurez fisiológica, cuidando siempre que exista al menos de una a dos hojas activas en la parte inmediata superior al racimo que no ha alcanzado la madurez fisiológica. Esto quiere decir que si las plantas son conducidas a un solo tallo y con diez o más racimos al momento de la cosecha los últimos frutos, la planta queda solo con las dos hojas superiores (Figura 49). No se deben dejar hojas o brotes en el interior del invernadero para evitar la diseminación de enfermedades (Velasco y Nieto, 2005).



Figura 49. Aspecto del cultivo con hojas podadas

- **Poda apical (despunte).** Los materiales de crecimiento indeterminado no dejan de crecer porque siempre tienen una yema vegetativa en la parte apical del tallo principal que permite el continuo crecimiento de la planta por lo que el sistema de tutoreo no permite la conducción de la planta a más de diez racimo es necesario eliminar la yema apical dejando dos o tres hojas arriba del ultimo racimo floral (Pérez y Castro, 1999).

La finalidad del despunte es para controlar la altura de la planta y con ello, manejar el número de racimos y duración del ciclo que se desee tener, dependiendo de la densidad de plantas, pero sobre todo, para controlar los ciclos de producción y planear los próximos de modo que la máxima cosecha sea cuando los precios del producto sean más atractivos (Figura 50). Es muy importante dejar claro que debe dejarse como mínimo dos hojas arriba del último racimo, con la finalidad de que los últimos frutos no sean afectados por problemas del golpe del sol (Velasco y Nieto, 2005).



Figura 50. Vista de las plantas con poda apical

- **Poda de frutos.** Para conseguir calidad de los frutos, evaluada como el desarrollo óptimo de los frutos, característico de la variedad de la variedad, es recomendable eliminar uno, dos o mas frutos, por racimo, dependiendo el numero de frutos amarrados (generalmente los que están en el extremo terminal del racimo), puesto que éstos frutos generalmente suelen quedar mas chicos y son de poco valor comercial (Figura 51), pero como también demandan por carbohidratos de la planta, éstos entran en competencia con los demás frutos del mismo racimo, al eliminarlos los carbohidratos se distribuyen más uniformemente entre los frutos que quedan en la planta y con esto se favorece el tamaño (Velasco y Nieto, 2005).

En el mercado local o nacional generalmente los frutos chicos también tienen aceptación aunque pueden tener menor valor. La eliminación de los frutos chicos puede hacerse de forma manual o con tijeras en el momento en que el primer fruto del racimo inicia su maduración (Pérez y Castro, 1999).



b)

Figura 51. Aspecto de los racimos sin poda, b) Aspecto del cultivo con frutos deseados

5.2. Polinización.

La polinización es importante ya que a través de este proceso, se originan las semillas, y son éstas las responsables del crecimiento y desarrollo de la pulpa del fruto y si no existe una polinización o fecundación óptima la producción disminuye. Ambientes con 60% de humedad relativa y temperaturas de 26 a 28 8C. son idóneos para el proceso de polinización. Los factores ambientales que afectan este proceso se encuentran en el apartado de requerimientos climáticos de temperatura y humedad por lo que se deben tener en cuenta estos factores durante la etapa de floración para que no se vea afectada la polinización (Velasco y Nieto, 2005).

a) Polinización artificial.

Todos los días entre 10:00 y 12:00 h., hay que sacudir las plantas o los alambres del tutoraje para favorecer la polinización del chile habanero (Figura 52). Esta práctica puede ser manual o mediante sistemas mecánicos de vibración, que a cierta hora del día sacuden las plantas de chile habanero para propiciar la liberación del polen sobre los estigmas de la flor y mejorar de esta manera el amarre de frutos. También se puede propiciar el movimiento del aire con ventiladores o con una aspersora para favorecer la polinización (Gil, *et al*; 2003).



Figura 52. Ejemplo de la polinización artificial o manual

Cuando la polinización se lleva a cabo con un vibrador de mano; esto se hace varias veces, durante varios días, para asegurar la polinización. Se debe tener cuidado con el movimiento, ya que si éste es muy brusco, puede haber rozaduras entre los racimos y producir heridas que, al cicatrizar, demeritan la calidad del fruto. Así mismo, si la polinización es manual, con un bat, se deben tener los mismos cuidados (Jones, 1999, citado por Bautista y Alvarado 2005.)

b) Polinización biológica.

Últimamente ha tomado relevancia, consiste en liberar polinizadores desde la cuarta semana después del trasplante. La especie comercial utilizada es *Bombus terrestris* (Figura 53) a una densidad de población de cuatro colonias por hectárea (Gil, *et al*; 2003).



Figura 53. Abejorro polinizando las flores de chile habanero

Según (Velasco y Nieto, 2005), los abejorros permiten obtener un excelente amarre de los frutos y por consecuencia una mejor calidad del producto de forma natural y sin necesidad de una gran inversión en mano de obra intensiva, como ocurre con los sistemas mecánicos de vibración o los tratamientos químicos con hormonas. La colocación de los abejorros en el cultivo puede hacerse desde el momento en el que las primeras flores están abiertas, pero es importante ubicarlas en el sitio óptimo para facilitar su adaptación y el promover el inicio de la polinización lo más pronto posible (Figura 54).



a **b**
Figura 54. a) Contenedores de colonias de abejorros, b) Abejorro polinizando

6. PRINCIPALES PLAGAS DEL CHILE HABANERO

Los principales factores a considerar en el proceso productivo de hortalizas en invernadero es el fitosanitario. El chile habanero es una de las especies cultivadas más susceptibles al ataque de plagas, por lo que resulta de gran importancia su prevención y control. A continuación se mencionará alguna de las más importantes.

a) Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*, *Bemisia argentifoli* y *Trialeurodes vaporariorum* West).

Las poblaciones se sitúan en el envés de las hojas, (Figura 55), los adultos y larvas al alimentarse succionan contenidos celulares y savia de la planta. Las moscas producen excreciones de mielecilla en la cual se desarrolla el hongo denominado fumagina, presentándose en hojas y frutos, también transmiten enfermedades virales (Jones, *et al.*, 2001 y Nuez, 2001).



a) **b)**
Figura 55. a) Adultos de Mosquita blanca, b) Adultos en el envés de la hoja

Pueden presentar de 11 a 12 generaciones por año, a 20 °C completa su ciclo biológico en 34.7 días; mientras que a 30 °C solo dura 16.6 días. Esto hace que tal insecto posea mecanismos de resistencia a los insecticidas mediante múltiples recombinaciones de genes creando una defensa persistente contra los agroquímicos (Gil y Miranda, 2000).

En invernaderos se pueden realizar varias medidas para reducir la incidencia de mosquita blanca. A continuación se mencionarán los diferentes Métodos de Control.

- **Control Cultural.** Antes de plantar se deben eliminar las malas hierbas preferidas por la mosquita blanca, como es el caso de diente de león y gigantón (Bautista y Alvarado, 2005).

- **Control Físico.** Según (Gil y Miranda, 2000) citan las siguientes formas de control físico, que a continuación se mencionan:
 - Colocar platos amarillos impregnados con pegamento, con el propósito de que al posar la mosquita blanca sobre el pegamento, quede pegada en el plato, disminuyendo la población de este insecto. Los platos se cuelgan dentro de la plantación de chile habanero cerca de la planta, elevando los platos a medida que crece la planta, para que estén siempre visibles al insecto.
 - Mallas antiáfidos. Las mallas de retículo fino colocadas alrededor del invernadero para impedir el acceso de mosquitas blancas provenientes de plantaciones aledañas. Completado con un estricto control de acceso al invernadero.
 - Cintas reflejantes. Las cintas de cassettes o cintas especiales, según el ángulo con que reciban la luz del sol cambia de longitud de onda de manera continua; este fenómeno óptico desorienta el vuelo de la mosquita blanca disminuyendo su incidencia en la planta.

- **Control Biológico.** Uno de los microorganismos que se utilizan para el control de la mosquita blanca es la aspersión del hongo *Paecilomyces fumosoroseus*. También se pueden hacer liberaciones *Chrysoperla carnea.*, *Chrysopa lanata*, *Chrysopa comanse* y *Encarsia formosa*, todos ellos son insectos que ayudan al control de la mosquita blanca (Gil, *et al.* 2003).

- **Control Químico.** Se deben alternar los insecticidas para disminuir los mecanismos de resistencia de la mosquita blanca, las aplicaciones se realizan en el haz y el envés de las hojas que es el lugar donde se encuentran las ninfas y los adultos. Existen, actualmente, una gran cantidad de insecticidas para control de mosquita blanca, en chile habanero, mismo que se mencionan en cuadro 16.

Cuadro 16. Productos para el control de mosquita blanca, después del transplante.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS	IS
Imidacloprid	Confidor 350 SC	Aplicar al cuello, a los 5 días después del transplante 100 mL en 100 L de agua (dar un riego antes de la aplicación).	21
Thiametoxam	Actara 25 WG	600 g/ha, aplicar al cuello de la planta 5 días después del transplante, después de 25 días puede repetirse la aplicación.	0

Sales potásicas de ácidos grasos	Impide LS	20 mL/L de agua o 4 L/200L de agua, aplicación de follaje.	0
Thiacloprid	Calypso SC	Aplicaciones al follaje, 0.20-0.25 L/ha	0
Pymetrozine	Plenum	400-600 mL/ha	14
Pyriproxyfen	Snak	0.5	0
Beauveria bassiana	Mycontrol WP, Naturalis -L, BEA-SIN	750 mL/ha, se recomienda aplicarlo por la tarde, con HR de 80%, dirigiendo la aplicación hacia el envés de las hojas. Usarlo con infestaciones bajas.	0
Verticillium lecanii	Mycotal	Se recomienda aplicarlo por la tarde, con una humedad relativa de 80%, dirigiendo la aplicación hacia el envés de las hojas. Usarlo con infestaciones bajas.	0
Paecilomyces fumosoroseus	PAE-SIN	Se recomienda aplicarlo por la tarde, con una humedad relativa de 80%, dirigiendo la aplicación hacia el envés de las hojas. Usarlo con infestaciones bajas.	0

Fuente: Gil, et al. (2003).
IS. Intervalo de Seguridad.

b) Minador de la hoja (*Liriomyza munda*).

Las larvas son los estados más dañinos al realizar una serie de galerías que disminuyen la actividad fotosintética, si el daño es severo las hojas llegan a morir (Figura 56). Los adultos buscan hojas maduras para ovipositar y hojas jóvenes para alimentarse (Nuez, 2001).

Las hembras ovipositan individualmente, insertando los huevecillos en la epidermis del tejido, y prefieren el haz de la hoja. Después de emerger la larva, comienza a crear una galería y se alimenta de la savia liberada al separar la epidermis del parénquima. La mina se extiende a lo largo de la hoja y ésta es sinuosa; las larvas se pueden observar a contraluz, al final de la mina. Cuando la larva ha completado su desarrollo, sale de la mina y se ubica perpendicular u oblicua al eje de la hoja (Bautista y Alvarado, 2005).



Figura 56. Minador de la hoja: larva

La dispersión de esta plaga es a partir de los adultos (Figura 57) que vuelan desde hospederos alternantes (malezas y cultivos de la familia solanáceae) y de invernaderos infestados hacia invernaderos libres (Gil y Miranda, 2000).



Figura 57. Minador de la hoja: adulto

En invernaderos se pueden realizar varias medidas para reducir la incidencia de ésta plaga, que continuación se mencionarán los diferentes Métodos de Control.

- **Control Cultural.** Es recomendable eliminar malezas que puedan servir como hospederos donde esta plaga puede invernar y reproducirse. La eliminación de follaje del primer tercio de la planta reduce la población de pupas y larvas de minador. También evitar tener innecesariamente abierta la puerta del invernadero (Bautista y Alvarado, 2005).
- **Control Físico.** Colocar platos amarillos impregnados con pegamento, al igual que la mosquita blanca, éste es uno de los métodos utilizados para evitar la fuente de infestación primaria que son los adultos. Con el propósito de que al posar el insecto sobre el pegamento, quede pegada en el plato, disminuyendo la población de este insecto. Los platos se cuelgan dentro de la plantación de Chile

habanero cerca de la planta, elevando los platos a medida que crece la planta (Gil, *et al.*, 2003).

- **Control Químico.** A pesar que esta plaga, por lo regular, no se le considera de importancia en invernadero, en ocasiones se presentan las condiciones adecuadas para que redesarrollen altas poblaciones de este insecto (Bautista y Alvarado, 2005). En el cuadro 17 se muestra los productos autorizados para el control del minador de la hoja en chile habanero.

Cuadro 17. Productos autorizados para combatir al minador de la hoja

NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS L/ ha	OBSERVACIONES
Ciromazina	Trigard PH	100-150 g/ ha	Inicie las aplicaciones cuando se llegue al umbral de 0.7 larvas vivas o minas
Abamectina	Agrimec 1.8 CE	0.5	Efecto translaminar, actúa contra ácaros.
Clorpirifos etil	Lorsban 480 CE	1.5	Aplique cuando el 20% de las hojas presenten al menos una larva.

Fuente: CICOPLAFEST, 1999. Citado por Bautista y Alvarado, 2005

c) Gusano del fruto (*Heliothis virescens*, *Heliothis zea*).

Los adultos son palomillas de hábitos nocturnos, *H. virescens* presenta alas anteriores de color verde pálido con 3 rayas blancas mientras que *H. zea* presenta alas anteriores de color paja a verdosa, o café, con marcas transversas más oscuras; las alas posteriores son pálidas y oscuras en los márgenes, con puntos negros. Presenta un amplio rango de hospederos como el maíz, sorgo, tabaco, algodón, garbanzo, frijol, hortalizas (especialmente chile habanero y chile) y otros; la pupa inverna en el sustrato; el adulto emerge al inicio de las primeras lluvias (Figura 58) (Matue, *et al.*, 1999).

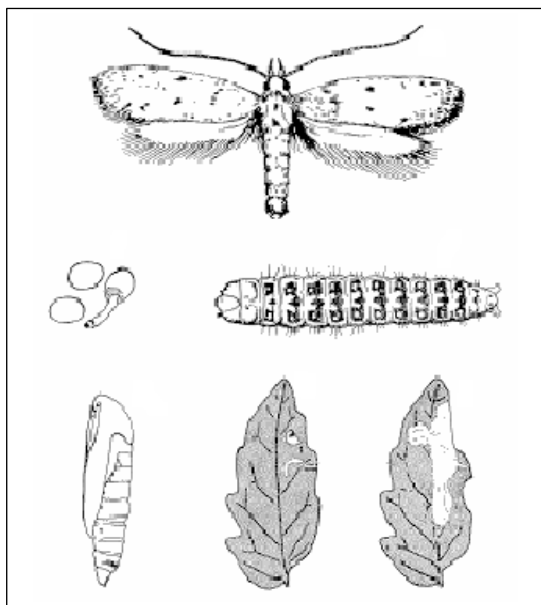


Figura 58. Aspectos del gusano del fruto en sus diferentes fases biológicas.

Las larvas son las que ocasionan el mayor daño económico, presentan un aparato bucal masticador, recién eclosionadas se alimentan del follaje tierno de las plantas para luego atacar los frutos en formación, perforándolos y reduciendo su calidad comercial (Anaya, 1999).

Los daños de esta especie se pueden identificar fácilmente porque esqueletizan las hojas; es decir dejan sólo las nervaduras de las hojas. Posteriormente, se dispersan y se alimentan de frutos pequeños, los que perforan para alimentarse por completo de su interior (Figura 59).

Se considera como plagas secundarias en invernadero, ya que la malla es una buena medida que evita su entrada. Sin embargo pueden presentarse poblaciones de este insecto a un nivel que se les puede considerar como plaga, en especial cuando existen quelites (*Amaranthus spp*) dentro o alrededor del invernadero (Bautista y Alvarado, 2005).

En invernaderos se pueden realizar varias medidas para reducir la incidencia de ésta plaga, que continuación se mencionarán los diferentes Métodos de Control.



a)

b)

Figura 59. Gusano del fruto fase larvaria: a) alimentándose de hojas, b) atacando frutos

- **Control Cultural.** Eliminar malezas y plantas hospederas adyacentes al invernadero, así como los restos de cosecha donde pueden existir presencia de huevecillos, larvas o adultos; que puedan reinfestar al cultivo (Gil y Miranda, 2000).
- **Control Físico.** Colocar mallas antiafidos, al igual que en mosquita blanca y minador de la hojas, éste método se utiliza para evitar la fuente de infestación primaria que son los adultos. La malla se coloca alrededor del invernadero para impedir el acceso de éste insecto, provenientes de otros invernaderos, hospedantes alternos o de sus sitios de hibernación que son la infestación

primaria; estas mallas debe proteger todos los posibles accesos al invernadero para evitar que se introduzcan y ovipositen sobre el cultivo (Gil, *et al.*, 2003).

- **Control Biológico.** Se puede realizar mediante la aplicación de un insecticida biológico a base de *Bacillus thuringiensis*, algunos de los productos Thuricide PH y Javelin WG con un intervalo de seguridad a la cosecha de 0 días (Gil y Miranda, 2000).
- **Control Químico.** Este tipo de control para larvas que atacan al chile habanero, debe ser el último recurso ya que éstas desarrollan fácilmente resistencia hacia productos químicos. A continuación se presenta algunos productos en el cuadro 18 que controlan a esta plaga.

Cuadro 18. Lista de productos autorizados para combatir el gusano del fruto.

Nombre común	Nombre comercial	Dosis l/ha	Observaciones
gama Cyalotrina	Karate Zeón CE	0.5	No repetir más de tres aplicaciones por ciclo. Con los primeros instares.
deltametrina	Decis CE	0.5	
B. Thuringiensis	Dipel PH	1 Kg	
spinosad	Tracer LS	0.075	
methoxyfenozide	Intrepid	0.25	
tebufenozide	Confirm 2F	0.333-0.416	

Fuente: CICOPLAFEST, 1999, citado por Bautista y Alvarado (2005).

d) Araña roja [*Tetranychus urticae* Koch: (Acari: Tetranychidae)]

La araña roja ataca principalmente el envés de las hojas causando decoloraciones, punteadas o manchas amarillas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas. Al incrementarse la infestación, puntos o áreas amarillas aparecen en toda la hoja y posteriormente cambian a color rojizo en el haz, con presencia de numerosas telas sedosas y visibles con ayuda de una lupa (Figura 60). En infestaciones severas puede secar las hojas y defoliar a la planta (Otero, 1999).

Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos de las plantas. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga así como lugares que estén expuestas al exceso de polvo (Gil, *et al.* 2003). En invernaderos se pueden realizar varias medidas para reducir la

incidencia de ésta plaga, que continuación se mencionarán los diferentes Métodos de Control.



a **b**
Figura 60. a) Puntos naranjas característico de la araña roja, b) araña roja adulta

- **Control Cultural.** Favorecer la aireación en el invernadero evitando que se presenten condiciones de altas temperaturas y baja humedad relativa, ya que si no se controla son óptimas para el desarrollo de los ácaros; eliminar residuos de cosecha y plantas infectadas al término de cada ciclo de cultivo (Gil, *et al.* 2003).

Por otra parte, la eliminación de hojas viejas (deshoje) ayuda a reducir las poblaciones, ya que es allí donde se localizan los huevecillos y adultos.

- **Control Químico.** Esta especie, al igual que otras plagas, presenta una gran capacidad para generar resistencia hacia los acaricidas que se emplean, de tal forma que es necesario establecer un programa de rotación (Bautista y Alvarado, 2005).

En el cuadro 19 se enlistan productos autorizados para el control de la araña roja en chile habanero.

Cuadro 19. Productos para controlar la araña roja

NOMBRE COMÚN	DOSIS L/ ha	INTERVALO DE SEGURIDAD
Abamectina	0.5-1.2	10
Aceíte parafínico de petróleo	0.8-2	---
diclorvos	0.5-1.5	1
Dicofol	3-5	2
Etion	1.5-2	2
Metamidofos	1-1.5	7
Dimetoato + Dicofol	1-1.5	7
Mevinfos + Paration metílico	1.5-2	21

Fuente: CICOPAFEST, 1999. Citado por Bautista y Alvarado, 2005.

e) Ácaro del Bronceado [*Aculops lycopersici* (Acari: Eriophidae)]

Esta especie se alimenta en el envés de hojas, prefiere hojas de los estratos bajos de la planta, posteriormente se le puede ubicar en la parte superior de la planta. Los daños iniciales se observan como un plateado de las hojas, mismas que después adquieren un color bronceado, se necrosan y pueden morir (Bautista y Alvarado, 2005).

Su ciclo de vida es de 6 días a 27 °C y una humedad relativa del 30 % y de 13 días de 21 °C con la misma humedad relativa. Tiene una gran capacidad reproductiva por lo que sus poblaciones se incrementan rápidamente; cuando existen temperaturas bajas, los ácaros se pueden encontrar en las axilas de las hojas, hendiduras de los tallos, o en las hojas enrolladas de las plantas de chile habanero (Otero, 1999). Se pueden realizar varias medidas para reducir la incidencia de ésta plaga, que continuación se mencionarán los diferentes Métodos de Control.

- **Control Cultural.** El control de malezas es la periferia del invernadero es importante para eliminar focos de infestación, sobre todo aquéllas que son

hospedantes de *A. Lycopersici* (principalmente solanáneas silvestres). Los residuos de cultivo deben destruirse (Cermeli, et al., 1982).

- **Control Químico.** Algunos productos que presentan una buena eficacia para el control de esta plaga son: abamectina, dicofol, cyhexatin, azocyclotin, solprofos y monocrotofthos (Bautista y Alvarado, 2005).

f) Psílido [*Bactericera (Paratrioza) cockerelli* (Sulc.) (Homóptera:Psillidae)]

Este insecto presenta cinco estadios ninfales hasta llegar a adulto. Siendo su temperatura mínima de desarrollo es de 7 °C, mientras que la máxima se ubica en 35 °C, después de la cual mueren los estados ninfales más avanzados, mientras que los adultos mueren a temperatura mayor de 40 °C. Este insecto ha cobrado gran importancia en diversas hortalizas.

Las plantas infestadas presentan secreciones cerosas a manera de sal, por lo que a esta plaga se le conoce como salerillo. Los adultos son de color café con una banda blanca en la cabeza y tórax, presentan un órgano sensitivo. Según (Bautista y Alvarado, 2005) mencionan las medidas de control que se deben de aplicar, para esta plaga.

- **Control Cultural.** Para conocer la abundancia de adultos, se pueden utilizar tarjetas de colores, como son naranja o verde neón; mientras que para ninfas y huevecillos se deben examinar hojas del tercio superior de la planta, al menos diez plantas por cama con el propósito de decidir el momento oportuno de aplicación de insecticidas contra ninfas de los primeros instares.
- **Control Químico.** Existen, actualmente una gran cantidad de insecticidas para control de paratrioza, en chile habanero, entre los que se encuentran Imidacloprid, Pymetrozine, Piriproxifen, Spinosad, Esfenvalerato, Metromilo e Imidacloprid + Ciflutrin.

g) Trips [*Thrips tabaci* (Lindeman), *Frankliniella occidentalis* (Pergante)]

Los adultos miden cerca de 2 mm de largo, su cuerpo puede presentar coloraciones amarillas o café oscuro (Figura 61). Los inmaduros se localizan en lugares protegidos como es el envés de las hojas y dentro de las flores, mientras que los adultos se pueden ubicar en casi cualquier parte de la planta. El mayor daño se produce cuando se alimentan picando los ovarios de flores y frutos en formación, en los cuales dejan cicatrices alargadas a manera de costras.



Figura 61. Trips adulto

Según (Bautista y Alvarado, 2005) mencionan las medidas de control que se deben de aplicar, para esta plaga.

- **Control Cultural.** Para el monitoreo de trips se puede hacer uno de tarjetas azules impregnadas con pegamento, en las cuales se capturan los adultos. En la etapa de florecencia y amarre de fruto, es necesario examinar estas estructuras con ayuda de una lupa de 8 o 10 aumentos.
- **Control Químico.** A pesar de que no existe un umbral para decidir cuándo realizar una aplicación contra trips, se sugiere aplicar en caso de que se detecten las primeras poblaciones de trips en las flores. En el cuadro 20 se enlistan productos autorizados para el control de trips en chile habanero.

Cuadro 20. Lista de productos para controlar el Trips.

NOMBRE COMUN	DOSIS (L/ha)	Intervalo de Seguridad
Aceite parafínico de petróleo	0.8-2 L/100 de agua	---
Azinfos metílico	2-4	---
Diazinon	1-2	1
Dimetoato	1-1.5	7
Fosfamidon	0.03-0.06/100 de agua	14
Metamidofos	1-1.5	7
Monocrotofos	0.5-1.5	21
Naled	0.75-1.5	1
Paratión metílico	1-1.5	10
Mevinfos + Paratión metílico	1.5-2	21

Fuente: CICOPAFEST, 1999. Citado por Bautista y Alvarado, 2005.

h) Nemátodos (Meloidogyne spp.)

El género *Meloidogyne* constituye el grupo de nemátodos fitopatógenos de mayor importancia en hortalizas, muchas de ellas cultivadas bajo condiciones de invernadero en regiones templadas. En sus plantas hospedantes dañan las raíces, se introducen en ellas y absorben sus jugos, entre las cuales el chile habanero se comporta como hospedante universal (Franco, 2005. Citado por Bautista y Alvarado, 2005).

Los efectos de la infección de *Meloidogyne* sobre el desarrollo de las plantas, por una parte se produce una deformación y reducción del sistema radical (Figura 62), las raíces de las plantas además de presentar los típicos nódulos, están poco o nada ramificadas y carentes de pelos radicales. Por otra parte se produce la obstrucción de vasos e impiden la absorción normal de agua y nutrientes por las raíces, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez; las plantas también manifiestan clorosis y enanismo (Velasco y Nieto, 2005).



a) **Figura 62. a) Nematodo visto en microscopio, b) Deformación de raíces**

- **Control Cultural.** La rotación de cultivos, es una buena alternativa, a pesar de que las especies de este género tienen una amplia gama de hospedantes (casi cualquier familia botánica), algunos grupos de plantas se han reconocido como no hospedantes, entre ellas pastos (*Eragrostis curvula*, *Digitaria decumbens* y *Panicum maximun*) y varios cereales (maíz, cebada, trigo y avena) y algunas compuestas (*Tapetes spp.* y *Crotalaria spp.*) (Franco, 2005, citado por Bautista y Alvarado, 2005).
- **Control físico.** Solarización del sustrato, consiste en elevar la temperatura del sustrato mediante la colocación de una lámina de plástico transparente sobre el sustrato durante un mínimo de 30 días. Siempre y cuando se alcancen temperaturas entre 50 y 60°C. El inconveniente de esta alternativa es que su efecto se manifiesta sólo en los estratos más superficiales del sustrato (Velasco y Nieto, 2005).
- **Control Biológico.** Aplicación de rizobacterias. Estos microorganismos han demostrado controlar las poblaciones de nematodos agalladores, tanto en campo como en invernadero. La aplicación de *Bacillus subtilis* en la rizosfera de las

plantas reduce la densidad poblacional de juveniles y su impacto (agallamiento) en chile habanero hasta el 30% y la aplicación de *P. fluorescens*, promueve el crecimiento de las plantas y reduce el número de masas con huevecillos y el índice de agallamiento en plantas de chile habanero (Franco, 2005. Citado por Bautista y Alvarado, 2005).

- **Control Químico.** La aplicación de productos químicos, tales como Namacur, Furadán, Vydate, Mastin, Vantar, estos productos se aplican en el sistema de riego (Velasco y Nieto, 2005).

7. PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CHILE HABANERO

Las siguientes son las enfermedades y otras alteraciones que se pueden dar en chile habanero.

a) Damping off.

Los hongos responsables de esta enfermedad son *Pythium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp.*, *Phytophthora spp.*, afectan a las plantas en semilleros o almácigos (Figura 63), atacan la germinación de la semilla y causan la muerte de las plantas (Anaya, 1999).



Figura 63. Ataque del sistema radical a plántulas

Los síntomas son: pudrición de las semillas; en este caso se asocia con *Pythium spp.* Las plántulas recién emergidas se marchitan rápidamente por la pudrición de tejidos en el cuello de la raíz. Pudrición blanda de los frutos, sobre todo de los que están en contacto con el sustrato (Anaya, 1999).

Cuando el ataque es por *Rhizoctonia solani*, una vez que la planta tiene frutos, se presenta una apariencia corchosa por arriba del cuello de la planta provocando deficiencias nutrimentales. Cuando el ataque es presentado por *Fusarium spp*, las plantas detienen su crecimiento y se tornan cloróticas empezando por las hojas más viejas; las plantas se marchitan y luego mueren; todo el sistema radical adquiere un color marrón y se muestran lesiones de color café en la zona del cuello, esta coloración primeramente se presenta internamente bloqueando el sistema de conducción y se puede extender hasta 20 cm por encima del cuello de la planta (Velasco y Nieto, 2005).

Las condiciones para el desarrollo de la enfermedad son almácigos sombreados, con alta población de plantas, exceso de riego, poca ventilación y días nublados. (Velasco y Nieto, 2005).

Según Gil, *et al.*, (2003) mencionan las siguientes medidas de control que se deben de aplicar, para esta enfermedad.

- **Control Cultural.** Usar un sustrato que no retenga demasiada humedad y desinfectarlo antes de la siembra, no realizar riegos muy pesados ni muy frecuentes y de preferencia hacerlos por subirrigación y con agua que no esté demasiado fría.
- **Control Químico.** Los almácigos se fumigan con Formon al 5%, Vapam o bromuro de Metilo. Durante el desarrollo de las plántulas en el semillero o en los bancales se protegen con Captán (1g/L), Monceren (Pencycurón) o Shogún (Fluazinan), Ridomil Gold y Previcur en caso de síntomas de ataque, hacer junto con el riego aplicaciones alternadas de Previcur (0.5 ml/ L de agua), cada 3 o 4 días.

b) Tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary).

Se desarrolla a una temperatura óptima de 18 a 22 °C en ambientes húmedos (humedad relativa de 91 a 100%), inverna en el sustrato y en residuos de cosecha; se disemina por el viento y el agua y en poco tiempo en condiciones favorables, puede invadir toda una plantación (Mendoza, 1996).

En las hojas se observan manchas pardas irregulares que con el tiempo en el envés presentan un fino algodoncillo blanco grisáceo en sus bordes (Figura 64). Cuando los tallos son infectados, se presenta una pudrición blanda de color oscura, mal oliente cuando esta húmeda y luego muere. Ataca también al pedúnculo de los frutos y a los frutos mismos, ocasionando manchas irregulares de color pardo oscuro (Anaya, 1999).



a) **Figura 64. a) Ataque de tizón tardío en hojas y tallo, b) Tizón tardío en frutos**

Según Tlapal, (2005), citado por Bautista y Alvarado (2005), mencionan las siguientes métodos de control que se deben de aplicar, para esta enfermedad.

- **Control Cultural.** Sembrar plántulas de chile habanero sanas o desinfectadas o emplear planta certificada, destruir residuos y hospedantes silvestres, practicar la rotación de cultivos, evitar sembrar papa cerca del chile habanero, utilizar menor densidad de población, destruir plantas voluntarias y sembrar variedades tolerantes.
- **Control Químico.** Si se siembran variedades susceptibles, es necesario seguir un calendario de aspersiones preventivas con fungicidas de contacto como Mancozeb, Clorotalonil, Folpet, Difolatán, Cantán, Zineb y fungicidas derivados del cobre; también se recomienda usar mezclas de éstos. De los fungicidas

sistémicos se recomiendan el Ridomil Bravo, Ridomil Cobre, Ridomil MZ, Ricoil, Tadoo, Curzate, Melody, entre los más comunes del mercado.

c) Moho gris (*Botrytis cinerea* Pers.).

Este hongo se desarrolla a temperaturas de 18 y 23 °C, inverna en el sustrato o en restos de cosecha; se propaga mediante las semillas, sustrato y restos de cosecha, penetra a la planta a través de heridas (Mendoza, 1996).

Los síntomas del moho gris aparecen como una cubierta aterciopelada de esporas en las flores senescentes, y en el cáliz del fruto (Figura 65). Las infecciones se extienden de las flores y los frutos hacia el tallo; el tallo se pone de coloración beige a blanco y desarrolla un cáncer que puede afectar el racimo floral completo la fruta inmadura se torna de verde castaño ligero o blanco, empezando por el punto en el cual es tocado por otras partes de la planta o de otras plantas infectadas. Una pudrición suave puede desarrollarse en la fruta permaneciendo la piel intacta pero el tejido interno se pone blando y acuoso (Velasco y Nieto, 2005).

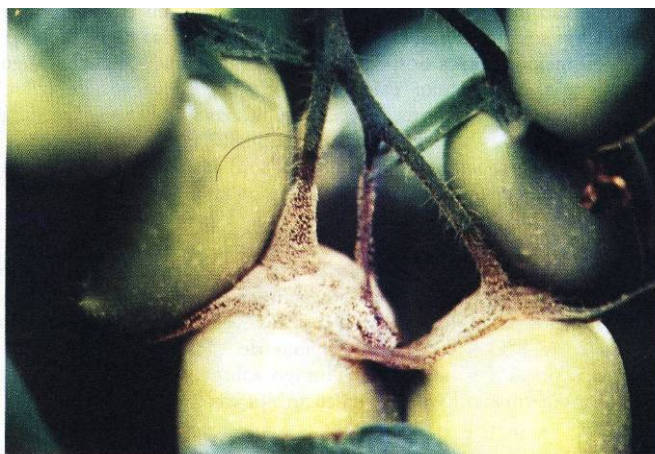


Figura 65. Presencia de Moho Gris en cáliz de frutos

A continuación se mencionan los métodos de control que se deben de realizar, para esta enfermedad.

- **Control cultural.** En producción de invernadero y a cielo abierto, los residuos deben ser removidos o destruidos cuando haya finalizado la cosecha, disminuir la humedad relativa del invernadero y deshojar las plantas para mejor aireación de estas, podar precozmente la yemas auxiliares al ras del tallo, con el fin de obtener heridas pequeñas y así sean menos sensibles a las enfermedades y eliminar rápidamente los restos vegetales del cultivo, en particular las plantas y frutos atacados (Gil *et al.*, 2003).

- **Control químico.** La aplicación de fungicidas puede ser exitosa si ésta se realiza oportunamente. Los productos que sobresalen por su eficacia son: clorotalonil, captan, triadimefon, maneb y captafol (Tlapal, 2005, Citado por Bautista y Alvarado, 2005).

d) Cenicilla (*Leveillula taurica* (Lev.) Arn. *Oidiopsis taurica* (Lev.) Salomón)

Las condiciones óptimas para su desarrollo de este hongo es cuando se tienen temperaturas de 26 °C en promedio y una humedad relativa de 52 a 75 %, inverna en residuos de cosecha y como esclerosios en el sustrato o sustrato, en malezas como hospederos alternantes (familia solanáceae y euphorbiae) (Mendoza, 1996).

Los síntomas se manifiestan primeramente en las hojas viejas apareciendo manchas verdes amarillentas, casi circulares en el haz de las hojas atacadas; después en el centro de la lesión se deshidrata y se torna de coloración café; en le envés no se observa fácilmente unas vellosidades blancas que salen a través de las estomas; en condiciones favorables, las lesiones pueden extenderse hasta unirse y deshidratar las hojas por completo (Figura 66).

Los daños que llegan a ocasionar es la reducción del área fotosintética y, en consecuencia, de la longevidad de la planta, el rendimiento y la calidad de los frutos, que por lo general son pequeñas (Velasco y Nieto, 2005).



Figura 66. Ataque se cenicilla, nótese la presencia principalmente en hojas

Para combatir este hongo se recomienda:

- **Control Cultural.** Eliminar los residuos de cosecha ya que ahí inverna el inóculo del hongo, también se deben eliminar las malezas dentro y fuera del invernadero,

ya que funciona como hospederos alternantes (familia solanaceae y euphorbiae) (Gil, *et al.*, 2003).

- **Control Químico.** En áreas donde las pérdidas son severas, se requiere un manejo de fungicidas registrados. El éxito del uso de estos químicos depende de la detección oportuna de la enfermedad, también es necesario un buen cubrimiento en las aplicaciones. Entre los productos que se pueden usar están azufre, triadimefon, myclobutanil, tebuconazole, propiconazole, azoxystrobin, trifimazole (Mendoza, 2006)

e) Tizón temprano del chile habanero (*Alternaria solani*)

Las condiciones óptimas de desarrollo son temperaturas de 28 a 30 °C y una alta humedad relativa, se disemina mediante corrientes de aire, herramientas y ocasionalmente por insectos masticadores; inverna sobre residuos de cosecha y penetra por aberturas naturales (Gil *et al.*, 2003).

En las hojas se presentan pequeñas manchas que van creciendo en una forma característica de anillos concéntricos circulares de color café, frecuentemente rodeadas de un halo amarillo. La característica de tener anillos concéntricos la distingue de otras enfermedades que provocan manchas en las hojas. Usualmente las manchas aparecen en las hojas mas viejas y de estas suben al resto de la planta.

A medida que la enfermedad progresa, las manchas se van uniendo y afectando grandes superficies de la hoja y puede atacar los tallos y los frutos (Figura 67). Las manchas en los frutos son similares a las de las hojas con color café y anillos concéntricos oscuros (Velasco y Nieto 2005).



a)

b)

Figura 67. a) Síntomas del tizón tardío: ataque en hojas, b) Ataque en frutos.

Se recomienda llevar a cabo los siguientes controles:

- **Control Cultural.** Se recomienda eliminar los residuos de cosecha y las plantas con presencia de síntomas severamente dañadas de igual manera se eliminan las malezas y hospederos alternantes que se encuentran alrededor del invernadero (Gil, *et al.*, 2003).

También se recomienda la rotación de cultivos por un periodo de tres años esto reduce la cantidad del inóculo también se debe desinfectar el sustrato con algún fumigante y no transportar plántulas con síntomas de la enfermedad (Mendoza, 2000).

- **Control Químico.** Al presentarse los síntomas iniciales en el planta se pueden hacer aspersiones de productos químicos en forma preventiva como fungicidas como Maneb, Zineb, Mancozeb, Captafol, Rovral, Clorotalonil, Anilazina, Folpet, Actigard, Curzate M8, Cupravit Mix, Dyrene, Daconil, Bravo 720. Las aplicaciones se realizan un poco antes de la fructificación y después a intervalos de 7 a 8 días (Tlapal, 2005, citado por Bautista y Alvarado, 2005).

f) Cáncer bacteriano (*Clavibacter michiganensis*)

El síntoma principal es una marchitez sistémica de la planta. Inicialmente los pecíolos permanecen turgentes al marchitarse. Normalmente, las hojas básales se marchitan en primer lugar, mientras que las hojas superiores permanecen turgentes hasta el final de la enfermedad.

En el interior, los tejidos vasculares del tallo muestran inicialmente estrías de coloración amarilla a castaño, que posteriormente se vuelven marrón rojizo (Figura 68). Las lesiones en fruto son manchas que el centro es de color castaño y se rodea por un halo blanco opaco (Jones *et al.*, 2001).



Figura 68. Aspecto tejidos vasculares

Se recomienda llevar controles:

del cáncer bacteriano en los del tallo
acabo los siguientes

- **Control Cultural.** Se recomienda la selección y limpieza de la semilla y el transplante de plántulas provenientes de semillas certificadas y desarrollada en almácigos libres de enfermedades; en el campo la destrucción de las plantas afectadas, la eliminación de malezas pertenecientes a la misma familia, la desinfección de navajas y manos durante el desbrote y la poda, también una vez que los síntomas superficiales están presentes quitar y aislar las plantas enfermas (Núñez, 1998).
- **Control Químico.** Se recomienda la aplicación de productos a base de cobre pueden ayudar a la prevención de esta enfermedad. Cuando los síntomas externos están presentes se han recomendado la aplicación de productos a base de Oxitetracilina y terramicina como Terramicina agrícola, Agrimycin 100 y Agrymycin 500 a dosis de 3 a 5 g/litro de agua (Velasco y Nieto, 2005).

g) Mancha bacteriana [*Xanthomonas axonopodis* pv. *Vesicatoria* (Doidge)].

La presencia de la mancha esta provocada por la presencia del patógeno *Xanthomonas campestris* pv, vesicatoria. Condiciones de temperaturas altas (25 °C) acompañadas de alta humedad relativa favorecen el desarrollo de la enfermedad.

Los síntomas se inician en el envés, donde aparecen manchas angulares de 2 a 3 mm de diámetro de color verde oscuro y de aspecto húmedo, las cuales después adquieren una coloración gris púrpura cuyo centro es de color negro y esta previsto de halo amarillo claro (Figura 69). Como consecuencia de ello las hojas caen prematuramente (Rodríguez, 2002).

La infección en la planta por lo general suceden en las hojas mas viejas y las manchas pueden provocar desgarres en el follaje. Las manchas también se presentan en los tallos, pecíolos y pedúnculos florales (Núñez, 1991).



Figura 69.
bacteriana
hojas

Síntomas de la mancha
principalmente ataca las

Según Velasco y Nieto (2005), recomiendan los siguientes métodos de control:

- **Control Cultural.** Esta enfermedad se propaga por semilla, por el viento, por lesiones y por el riego por aspersión. Para la prevención de esta enfermedad es importante usar semilla certificada o que garantice que no esté contaminada; hacer una desinfección general del invernadero y eliminar residuos de plantas.
- **Control Químico.** Para el control se pueden hacer aplicaciones de productos a base de cobre, mediante aplicaciones de Mancozeb a 5 g/litro de agua. Cuando los síntomas externos están presentes, se han recomendado aplicaciones de productos como terramicina agrícola, Agrimycin 100 y Agrimycin 500 o Bactrimicyn a dosis de 3 a 5 g/litro de agua (Velasco y Nieto, 2005).

7.1. Enfermedades fisiológicas

a) a) Enrollamiento de la hoja

Cuando existen bajas temperaturas en el invernadero, menores de 10 °C (entre 7 y 10 °C), ocurre el enrollamiento de los folíolos a manera de “acucharamiento” que inicia en las hojas basales y avanza hacia el ápice de las plantas, incluso esta sintomatología va acompañada de una coloración púrpura en las nervaduras del envés de las hojas y en las hojas apicales se observa una fuerte concentración de las mismas (Pérez y Castro, 1999).

Otra causa del enrollamiento se debe a una poda severa provocando un desbalance hormonal en las plantas, que se manifiesta como deformación de las mismas (Velasco y Nieto, 2005).

b) Necrosis apical del fruto

Esta enfermedad se inicia normalmente en el extremo apical del fruto, aunque puede producirse también por alguno de los lados. En ocasiones se producen lesiones negras internas que no son visibles en el exterior del fruto. Los frutos afectados por esta enfermedad maduran más rápido. La necrosis apical es causada por la deficiencia de calcio. El calcio es un elemento altamente móvil, por lo que, la existencia de niveles extremos de humedad en el sustrato y el ambiente facilitarán el desarrollo de la enfermedad. Otras causas que reducen la absorción de calcio por la planta son el alto contenido de sales y la utilización de nitrógeno amoniacal (Jones *et al*, 2001).

Cuando la demanda de agua por la planta es demasiado alta inducido por la transpiración, entonces se manifiesta una disminución de flujo de agua por el xilema hacia los frutos, provocando una deficiencia de calcio en los mismos o bien, como los frutos de chile habanero no presentan lenticelas, estructuras que utilizan frutos de otras especies para la evaporación del agua, entonces éstos solo transportan el agua y los minerales a través de la diferencia de potenciales hídricos en el mismo fruto y el calcio es un elemento sumamente difícil de absorberse y transportarse (Velasco y Nieto, 2005).

Velasco y Nieto, (2005), recomiendan que para evitar que se presente este problema es importante controlar el pH en el rango adecuado de la solución, hacer lavados del sustrato con agua sola una vez por semana para evitar acumulación de sales, tener suficiente ventilación en el invernadero para disminuir la humedad relativa y mantener las temperaturas adecuadas dentro del invernadero para evitar que la transpiración incremente.

c) Deformación del fruto.

La deformación del fruto de chile habanero se origina cuando la polinización es deficiente. Este problema se presenta en condiciones extremas de humedad relativa (HR>90% y HR < 40%) o cuando la temperatura en interior del invernadero es superior a 35 °C, ya que los granos de polen se deshidratan y se hacen inviables.

Este problema también se manifiesta cuando se tienen problemas de temperaturas por debajo de 12 °C durante el proceso de polinización, ya que evita que este proceso se desarrolle normalmente debido a que el grano de polen no germina para la fertilización con el óvulo del ovario (Velasco y Nieto, 2005).

Por las causas que originan la deformación de los frutos, es muy importante mantener las condiciones de temperatura y humedad relativa adecuadas durante el periodo de floración y amarre de frutos.

d) Cara de gato.

Los frutos normalmente carecen de forma, y presentan grandes cicatrices y agujeros en el extremo apical. Una de las causas de esta enfermedad es la presencia de temperaturas menores a 10 °C (Jones *et al.*, 2001).

Por lo que es fundamental hacer una adecuada elección de la variedad que se va a cultivar en la estación invernal y evitar de esta manera, la presencia de esta enfermedad fisiológica (Pérez y Castro, 1999).

e) Ahuecado de frutos

Los frutos afectados por esta enfermedad cuando son cortados por la mitad, se observan cavidades en uno o más lóculos. Cualquier factor que constituya a una polinización, fertilización, o desarrollo seminal inadecuado, puede generar ahuecado del fruto. Entre estos factores se incluyen una fertilización incorrecta (como un alto nivel de nitrógeno o bajo de potasio), luz insuficiente, y temperaturas demasiado altas o bajas (Jones *et al.*, 2001).

8. COSECHA

Una cosecha eficiente implica recoger aquellos productos del campo que estén en un nivel apropiado de madurez, con un mínimo de daños y pérdidas, tan rápidamente como sea posible y con un mínimo de costos. Las cosechas eficientes empiezan con la programación de las fechas de corte para contar con la disponibilidad oportuna de los materiales, máquinas, instrumentos y mano de obra que se requieran. Para iniciar la cosecha se tiene que hacer una detección y selección del tipo de productos a cosechar para darlo como muestra de referencia a las cuadrillas de cosechadores, con el propósito de tener el estado de madurez más apropiado y la máxima uniformidad del producto (García, 2005. Citado por Bautista y Alvarado, 2005).

Gil, *et al.*, (2003). Comentan que la primera cosecha en variedades determinadas es en promedio a los 100 días y en variedades de crecimiento indeterminado a los 110 días. El índice de cosecha de chile habanero, es básicamente el color del fruto y la cosecha se puede efectuar en diferentes estados de madurez (Figura 70).

- a) **Estrella blanca:** El fruto, alrededor de la cicatriz en la extremidad floral, forma una figura parecida a una estrella blanca. El fruto en esta fase ya está en “madurez fisiológica” y por ser fruto “climatérico” llega posteriormente a su madurez comercial, etapa en la cual ya se puede consumir en fresco.
- b) **Verde maduro:** Los frutos apenas empiezan a mostrar un color amarillento rosado.
- c) **Pintón rosado:** La superficie de los frutos aparece coloreada por la mitad.
- d) **Pintón avanzado:** Los frutos tienen un color naranja rosado.
- e) **Naranja maduro:** Los frutos tienen un color naranja intenso.



Figura 70. Frutos listos para cosecharse y otros que se recogerán después

Normalmente la frecuencia de corte varía entre 5 a 8 días, dependiendo de la temperatura ambiental.

Los materiales de larga vida de anaquel como el Tequila, Gabriela, Daniela, Adelita, T-13 tienen la ventaja de que mantienen su firmeza sin sufrir daños de tres a cuatro semanas después de la cosecha a temperatura ambiente y por ello se justifica su uso para un mercado de largas distancias o cuando el producto permanecerá almacenado por algún tiempo; sin embargo, todos los materiales de larga vida tienen un alto costo de semilla y no se justificaría cultivarlos para abastecer la demanda de un mercado local o de consumo inmediato. (Pérez y Castro, 1999).

Velasco y Nieto (2005), mencionan que cuando los frutos se acomodan en pequeñas canastas, dentro de cajas de cartón, se pueden cosechar con el pedúnculo, ya que así tiene buena presentación y mayor vida de postcosecha; sin embargo, cuando los frutos son colocados en cajas de madera o plástico es conveniente eliminar el pedúnculo para evitar daño mecánico entre ellos (Figura 71).



Figura 71. Frutos con pedúnculo

La operación de recolección de frutos de chile habanero es manual (Figura 72), tal actividad se hace con mucho cuidado para desprender exclusivamente los frutos que ya alcanzaron la madurez deseada (Gil, *et al.*, 2003).



Figura 72. Cosecha de frutos manualmente

La recolección de chile habanero para la industria se puede realizar tanto manual como mecánico. Las maquinas suelen estar equipadas con un mecanismo para la clasificación de tamaños y un aparato para la separación de chile habaneros verdes y chile habaneros colorados (Anónimo, 1997).

9. CAMBIO DE LA PLANTACIÓN

Terminando la cosecha (Figura 73) se levanta la plantación; se desata cada planta de su propio tutoraje de hilo de rafia, se corta el tallo dejando un tocón de 20 cm aproximadamente. Se inundan los bancales y dejamos que el agua escurra con el objeto de lavar todos los residuos de cosecha del chile habanero. Se desatan los goteros (mangueras con orificios de gotero), para facilitar el lavado del sustrato y el arranque de raíces. Limpio ya el sustrato y aún con el agua se arrancan las raíces y se desprende el tezontle que las envuelve.

La presencia del agua en el sustrato, facilita esta operación. Finalmente se drena el agua, se nivela el sustrato y se coloca nuevamente las “mangueras gotero” en su sitio, no sin antes haberlas lavado perfectamente. Para evitar el ataque de patógenos en la nueva plantación, el sustrato se desinfecta perfectamente (Gil, *et al.*, 2003).



Figura 73. Invernadero completamente limpio después del ciclo de producción

10. ASPECTOS DE MERCADO DEL CHILE HABANERO

Intermediarios locales

Son los llamados “Coyotes”, van y compran en el lugar, pagan en efectivo y ellos los venden en la Casa del Pueblo, en el Mercado de Oxutzcab, Mercado Lucas de Galvez o en la Central de Abastos de Mérida.

El Mercado de Oxkutzcab es el termómetro en los precios del Estado, ya que se acopia alrededor del 60% de la producción de Chile Habanero. El precio se fija con base a la relación oferta-demanda

Transportistas

Son los llamados “comisionistas”, el productor le lleva sus frutos al transportista del municipio y con base a confianza se lo deja, éste lo lleva a la casa del pueblo.

Principalmente y lo vende al precio del día y le reporta al productor, el cual le paga una comisión con base al precio de venta.

El productor percibe en promedio un pago de entre \$10.00 y \$30.00/Kg, y el intermediario y el transportista venden a un precio que oscila entre \$30.00-\$70.00/Kg, según la oferta y demanda y la estacionalidad.

Industria Intermedia

Existe una industria intermedia que vende el producto en fresco, deshidratado y pasta, que procura realizar agricultura por contrato, ellos van al campo a buscar el producto, tienen establecido un precio justo según contrato por todo el ciclo productivo, al año son 1.8 ciclos. Pagan en promedio \$10.00/Kg.

Industria Salsera

Existen alrededor de 15 industrias salseras, de las cuales 3 tienen sus propias zonas de producción para abastecerse de materia prima y las otras compran a productores de todo el Estado, en la Casa del Pueblo, en el Mercado de Oxutzcab y a la industria intermedia.

Restaurantes, Hoteles y Tiendas de Autoservicios

Compran principalmente en la Casa del Pueblo y en el Mercado de Oxkutzcab.

Se observa que el estado de Yucatán es el principal proveedor de chile habanero en la Central de Abastos de México, D.F. Asimismo, la mayor comercialización del producto se realiza en el Mercado de Oxkutzcab y en algunos casos es vendida a comercializadores nacionales con sede en México, D.F. , principalmente.

Comportamiento Anual de la Demanda en la Comercialización Nacional de Chile habanero

CONSUMIDOR FINAL EXTERNO

Culturalmente es bien conocido en el mundo que una de las costumbres que caracterizan a la nacionalidad mexicana, es el alto consumo de productos picantes y el chile habanero caracteriza a Yucatán y en general a esta región del Sureste de México como una de las de mayor consumo de alimentos picantes.

Debido a esta costumbre y al consumo per cápita, es bastante alto en la población mexicana, hace que este producto tenga una gran demanda en los mercados internacionales, sobre todo en aquellas regiones del extranjero donde habitan inmigrantes de origen mexicano, latino y especialmente caribeño, pues la comida mexicana y las cadenas de restaurantes de este tipo de productos ubicados en dichas regiones los solicitan en cantidades industriales.

Fuente: SAGARPA, 2004, Información de Casetas

Es bien sabido, que el consumo de picante, más que una costumbre, se convierte en una adicción positiva, pues no causa daños permanentes al organismo humano, sino que estimula una mayor circulación sanguínea e induce al apetito, por lo que, las personas que acostumbran a consumirlo, lo procuran siempre y están dispuestas a pagar el precio que sea necesario por él, en cualquier país en el que se encuentren. Comportamiento Anual de la Demanda para la Exportación del Chile Habanero del Estado de

El mercado identificado es el de los E.U.A., el cual, demanda para su consumo interno de grupos étnicos, para la industria de condimentos y especias y para la industria de alcaloides y de extractos para uso de base para pinturas de alta resistencia a la corrosión en la Unión Americana y que exporta a otros países.

El tamaño del mercado se puede medir en número de toneladas métricas que puede consumir anualmente, que actualmente representa 500 toneladas de producto seco (materia seca) o 5,000 toneladas de producto fresco.

Lo anterior representa un mercado para 500 hectáreas anuales de producto fresco.

En el caso que nos ocupa que es el Chile Habanero, no existen patrones de compra del consumidor final, por tratarse de un producto que muy recientemente se ha introducido a los Estados Unidos de Norteamérica. Sin embargo podemos afirmar que esta siguiendo el patrón de compra de otros productos similares como es el chile jalapeño fresco y procesado, que inició su ascendente volumen de compra en la década de los 80 y de los 90', que es la compra por conducto de los distribuidores, comisionistas y "brokers", que existen en los diferentes puntos de entrada internacional de productos frescos de México y que están situados en 3 fronteras

principales en el Sur de los Estados Unidos, que son las ciudades de Nogales Arizona, McAllen Texas y Laredo Texas y las ciudades de Miami Florida y de Pompano Beach, Florida.

Estos centros de intercambio comercial de frutas y hortalizas en los Estados Unidos, funcionan como centros de recepción, acopio y comercialización de estos productos, producidos en territorio Norteamericano, Territorio Mexicano y países de Centro y Sur América y siguen el siguiente procedimiento:

- Contratan con productores directos mediante “cartas de intención de compra”, los productos, volúmenes, calidades, fechas de recepción y entrega de los mismos, en las que se establecen las condiciones de pago según la calidad concertada.
- Anticipan un 50% del valor del mercado pre-establecido para las fechas en que se vaya a recibir el producto incluyendo caja y fletes.
- Liquidan el saldo del 50% del valor del producto vendido, hasta los 21 días de haber recibido el producto.
- Cobran una comisión del 10% hasta el 12%, según los servicios aportados y liquidan el saldo al productor en el plazo convenido.

Este es más o menos el mismo patrón de compra del consumidor final (que para el caso de frutas y hortalizas es siempre un distribuidor mayorista del producto).

Estos productos perecederos no se venden directamente al consumidor final, que es el ama de casa, ni en un 2% del total comercializado (esto es aplicable aún en las ventas del mercado local o nacional).

La tendencia del mercado de los distribuidores o “brokers” de la Unión Americana, se clasifican como sigue:

Producto	Consumo Anual	Consumo Anual Futuro	% Incremento
Chile Fresco	1,638 Tons	2,500 Tons	52%
Chile Deshidratado Entero	380 Tons	660 Tons	73%
Chile Deshidratado en polvo	200 Tons	300 Tons	33%
Chile en Pasta	510 Tons	820 Tons	60%

DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA PRODUCTO CHILE

1. Caracterización de los Actores del Sistema Producto

*No existen datos sobre el Chile Habanero, en virtud que todo se registraba como chile verde, incluso a nivel estatal es hasta el 2001, que se comienza a llevar estadísticos por separado, de aquí que la mayor parte de la información se refiera a chile verde.

Contexto Internacional de Chile

Es enorme la diversidad de variedades, regiones, productores, etc., de chiles que existen en México, lo que ha imposibilitado que se pueda contar hoy en día, con estadísticas por variedad de Chile. De manera que las estadísticas de las que se disponen y las cuales serán usadas como base para este análisis, se agrupan en un sólo rubro llamado Chile Verde.

Entre 1994 y 1997 la producción mundial de Chile Verde ha registrado un constante incremento, siendo éste del 6.27% entre 1994 y 1995 y de 4.3% entre 1996 y 1997, lo que ha llevado a la producción a ubicarse en 14.7 millones de toneladas en promedio anual en el periodo señalado.

Este comportamiento en la producción ha sido el resultado del incremento en la productividad de la hortaliza y en segundo término por la mayor superficie destinada al cultivo de la misma.

Así, mientras que en 1994 los rendimientos mundiales promedio se ubicaban en 10.77 toneladas por hectárea, para 1997 éstos fueron de 12.03 toneladas por hectárea, es decir, 11.7% mayores entre un año y otro.

Por su parte la superficie cultivada alcanzaba 1.22 millones de hectáreas en 1994 y en 1997 superaron 1.32 millones, lo que representó un incremento del 8.2% en el lapso, debido al incremento en la demanda del producto.

Dentro de los principales países productores de Chile Verde están Turquía, Nigeria, México, España y Estados Unidos, los cuales en conjunto aportan alrededor del 30% de la producción total. Cabe señalar que dentro de los productores de Chile se encuentra un gran número de países latinoamericanos y asiáticos, sin embargo, su contribución individual en la producción mundial no es significativa.

Turquía ocupa el primer lugar como productor de Chile Verde con una producción ligeramente superior al millón de toneladas anuales en los últimos cuatro años. Este comportamiento productivo ha sido el resultado de los buenos rendimientos que se obtienen en ese país, más que por la extensión dedicada al cultivo. De esta forma, mientras que el rendimiento promedio mundial anual de Chile Verde en los últimos cinco años ha sido de 11.5 toneladas por hectárea, el rendimiento en Turquía se ha

ubicado en 19 toneladas por hectárea en el mismo lapso, es decir, 65.4% superior al primero.

Pese a que Nigeria ha destinado una mayor superficie al cultivo de chile verde en los últimos años, su producción no ha respondido con mayores incrementos, básicamente por la caída en los rendimientos del producto. Este país produce 6.5% de la producción mundial de chile, con un incremento del 5.4% entre 1994 y 1997, de igual forma aumento la superficie destinada al cultivo del producto.

Los Estados Unidos de Norteamérica es el principal consumidor de chile en el mundo. La demanda de este producto se enfrenta en tres modalidades: verde fresco, rojo procesado y deshidratado o seco. Las importaciones de EE.UU. de chile deshidratado ascendieron 30 millones de dólares en 2001, en la cual tres países: China, México y la India, son los principales proveedores.

Principales países productores de Chile Toneladas métricas	
País	Volumen
China	8,238,000
México	1,961,191
Turquía	1,400,000
España	965,200
Estados Unidos	885,630
Nigeria	715,000
Indonesia	550,000
Fuente : Red Enproday 2003. Elaborados con datos de The Chile Pepper Institute, 2002	