

CENID- RASPA

# PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE CHILE PIMIENTO EN INVERNADERO

Dra. Ma. Magdalena Villa Castorena  
Dr. Ernesto A. Catalán Valencia  
MC. Abel Román López  
Dr. Marco Antonio Inzunza Ibarra

ISBN: 978-607-425-016-9

Folleto Técnico 10

Gómez Palacio, Dgo.

Septiembre del 2008

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA,  
DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN**

**Ing. Alberto Cárdenas Jiménez**

*Secretario*

**Ing. Francisco López Tostado**

*Subsecretario de Agricultura*

**Ing. Antonio Ruiz García**

*Subsecretario de Desarrollo Rural*

**Lic. Jeffrey Max Jones Jones**

*Subsecretario de Fomento a los Agronegocios*

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**Dr. Pedro Brajcich Gallegos**

*Director General*

**Dr. Enrique Astengo López**

*Coordinador de Planeación y Desarrollo*

**Dr. Salvador Fernández Rivera**

*Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación*

**Lic. Marcial A. García Morteo**

*Coordinador de Administración y Sistemas*

**CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN  
DISCIPLINARIA EN LA RELACIÓN AGUA SUELO  
PLANTA ATMÓSFERA**

**Dr. José Antonio Cueto Wong**

*Director del CENID RASPA*

**Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias**

**Av. Progreso No. 5 Barrio de Santa Catarina,  
Delegación Coyoacán, C.P. 04010 México, D. F.  
Teléfono (55) 38718700**

**ISBN: 978-607-425-016-9**

**Primera Edición Septiembre del 2008.**

No esta permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la institución.

# ***Producción Hidropónica de Chile Pimiento en Invernadero***

**Dra. Ma. Magdalena Villa Castorena**

Investigador de agricultura protegida del  
CENID RASPA

**Dr. Ernesto A. Catalán Valencia**

Investigador de agricultura protegida del  
CENID RASPA

**MC. Abel Román López**

Investigador de ingeniería de riego del  
CENID RASPA

**Dr. Marco Antonio Inzunza Ibarra**

Investigador de ingeniería de riego del  
CENID RASPA

Folleto Técnico No. 10  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORESTALES AGRÍCOLAS Y PECUARIAS  
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN  
DISCIPLINARIA EN RELACION AGUA SUELO  
PLANTA ATMÓSFERA  
Gómez Palacio, Durango, México  
Septiembre del 2008

## CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN	1
REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	3
SUSTRATO	6
MATERIALES GENÉTICOS	7
SIEMBRA	10
TRASPLANTE	13
MARCOS DE PLANTACIÓN	14
LABORES CULTURALES	15
RIEGOS Y FERTILIZACIÓN	20
PLAGAS	28
ENFERMEDADES	44
RECOMENDACIONES GENERALES PARA REDUCIR PLAGAS Y ENFERMEDADES	49
FISIOPATIAS	51
COSECHA	55
AGRADECIMIENTOS	56
BIBLIOGRAFIA	57

## INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas bajo invernadero en México ha ido en aumento en los últimos años. En 1991 se tenía una superficie con invernaderos de 50 ha; para el año 2002 esta superficie se incrementó a 1,205 ha y en el 2005 se reportaron 3,200 ha (Productores de hortalizas, 2002; Guantes, 2006). Este incremento se debe en gran parte a que el agricultor busca implementar tecnologías que le permitan obtener mayores ingresos.

Con la tecnología de invernaderos es posible tener un mejor control de los factores que influyen en el crecimiento de las plantas, como son las condiciones ambientales, nutrición mineral, riegos, plagas y enfermedades (Robledo y Martín, 1988; Hanan, 1998; Macías *et al.*, 2003). Como consecuencia se tiene una mayor producción y calidad de los productos comerciales que permite competir en los mercados internacionales. También con la tecnología de invernaderos es posible reducir volúmenes de agua

para riego arriba del 30 por ciento (Jensen y Malter, 1995) y producir durante todo el año y aprovechar las temporadas cuando no se produce a campo abierto y lograr mejores precios en el mercado.

La mayor parte de la tecnología usada en los invernaderos proviene de otros países como son España, EUA, Canadá, Francia e Israel (Productores de hortalizas, 2002, Urrutia, 2002; Steta, 2003). Esa tecnología se desarrolla para condiciones ambientales, sociales y económicas diferentes a las de nuestro país. De ahí la necesidad de adaptar y/o generar tecnología de invernaderos para las condiciones de nuestro país.

El chile pimiento es un cultivo atractivo para la producción bajo invernadero ya que tiene gran demanda en los mercados internacionales. Tiene un alto valor nutricional debido a su alto contenido de carotenos, vitaminas C y E, los cuales son sustancias antioxidantes que ayudan a prevenir enfermedades del corazón, cierto tipo de cánceres y cataratas en los ojos (Nuez *et al.*, 1996; Frank *et al.*, 2001), por lo que su consumo en otros países ha ido en aumento (Mullenet

al., 2003). Actualmente el 11 por ciento de la superficie de invernaderos en México se cultiva con chile pimiento, cuya producción se destina principalmente a EUA durante los meses de noviembre a mayo (Shaw y Cantliffe, 2002). El pimiento se puede consumir en fresco, conserva y seco para la elaboración del pimentón.

En esta publicación se presenta información tecnológica generada de los resultados de investigación desarrollada en el CENID RASPA sobre el manejo agronómico del chile pimiento en invernadero.

## **REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS**

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

## Temperatura

El chile pimiento es una planta sensible al frío, que requiere temperaturas más elevadas que el tomate y menos que la berenjena. Las temperaturas requeridas para su desarrollo se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Temperaturas críticas para pimiento en las distintas fases de desarrollo (Jurado y Nieto, 2003; <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>).**

Fases del Cultivo	Temperatura (°C)		
	Óptima	Mínima	Máxima
Germinación	25-30	15	40
Crecimiento vegetativo	20-25 (día) 16-18 (noche)	15	32
Floración y fructificación	26-28 (día) 18-20 (noche)	18	35

Una diferencia muy acentuada entre la temperatura máxima diurna y la mínima nocturna ocasiona desequilibrios vegetativos. Temperaturas entre 10 y 15 °C ocasionan formación de flores con alguna de las siguientes anomalías: pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que

pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal, acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, entre otras. Las bajas temperaturas también inducen a la formación de frutos de menor tamaño, que pueden presentar deformaciones, reducen la viabilidad del polen y favorecen la formación de frutos partenocárpicos (Jovicich *et al.*, 2004). Por su parte las altas temperaturas provocan la caída de flores y frutos pequeños.

### **Humedad**

La humedad relativa óptima para el desarrollo del pimiento oscila entre el 50 y el 70 por ciento. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades en el follaje y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados (Jurado y Nieto, 2003).

## **Luminosidad**

Es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración.

## **SUSTRATO**

Existe una variedad de sustratos entre los que se encuentran la perlita, fibra de coco, turba, roca volcánica y arena. En los trabajos realizados en el CENID RASPA se han obtenido buenos resultados con el uso de arena de río, que es un material disponible en la Región Lagunera. Algunos aspectos importantes de este sustrato son los siguientes: debe presentar una granulometría comprendida entre uno y tres mm para conseguir una adecuada relación agua-aire que permita un desarrollo óptimo de las raíces del cultivo. Es importante evitar la presencia en ella de materiales finos tales como limos y arcillas, los cuales tienden a acumularse en el fondo del contenedor provocando el encharcamiento y la falta de aireación de las raíces.

En general este tipo de sustrato se usa en canaletas que se construyen con ladrillo y cemento. Éstas tienen una ligera pendiente hacia uno de los extremos que oscila entre el 0.4 y el 0.8 por ciento, debiendo ser mayor cuanto más anchas sean. La profundidad de las canaletas varía entre 30 a 40 cm; en el fondo se pone una capa de 10 cm de grava para favorecer el drenaje.

Este sistema de cultivo requiere la desinfección periódica de la arena (generalmente después de cada cultivo) para evitar enfermedades de suelo y ataques de nemátodos. Esta puede hacerse mediante la solarización de la arena, que consiste en cubrir la arena, previamente humedecida, con un plástico transparente y dejarlo de 30 a 50 días (Muñoz-Ramos, 2003).

## **MATERIALES GENÉTICOS**

Existe una gran variedad de colores de chile pimiento incluyendo el amarillo, naranja y rojo, los cuales son el estado maduro de los chiles verdes; el

color depende del material genético. Generalmente se usan materiales híbridos, los cuales tienen un alto porcentaje de germinación, vigor en la semilla, mayor uniformidad de frutos, resistencia a algunas enfermedades y alto rendimiento. Entre los materiales probados en el CENID RASPA destacan los híbridos calix, PB99205 y Magno cuyas características agronómicas se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Características agronómicas de tres híbridos de pimiento.**

Híbrido	Color	Días a primer cosecha	Peso de fruto (g)
Calix	Verde/Rojo	65 a 80 días después del trasplante	190
PB 99205	Verde/Amarillo	65 a 80 días después del trasplante	250
Magno	Verde/Naranja	65 a 80 días después del trasplante	220



Figura 1. Chiles pimientos de diferentes colores.

## SIEMBRA

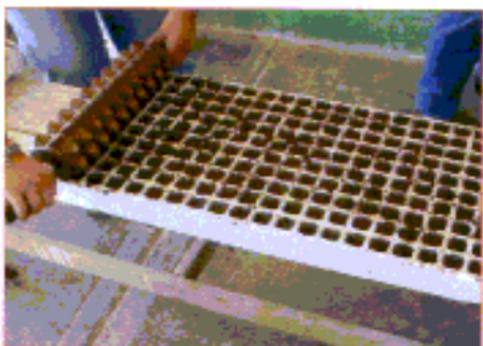
Con el fin de obtener plantas de buena calidad y libre de patógenos, la siembra se hace en charolas de poliestireno y dentro de un invernadero. Las charolas, con 200 cavidades, se desinfectan antes de usarlas con una solución clorada al 10 por ciento por un tiempo de 30 minutos, y se enjuagan con agua limpia. Se usa turba (peat moss) como sustrato, el cual tiene buena capacidad de absorción de humedad y buen drenaje. El procedimiento de la siembra se ilustra en las Figuras 2 a la 7.



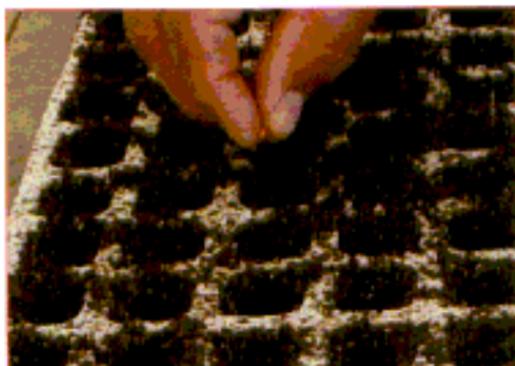
**Figura 2. Humedecimiento del sustrato.**



**Figura 3. Llenado y compactación de charolas.**



**Figura 4. Hoyo en cada cavidad con prensa o rodillo.**



**Figura 5. Colocación de la semilla.**



**Figura 6. Tapado de semilla.**



**Figura 7. Riego de charolas.**

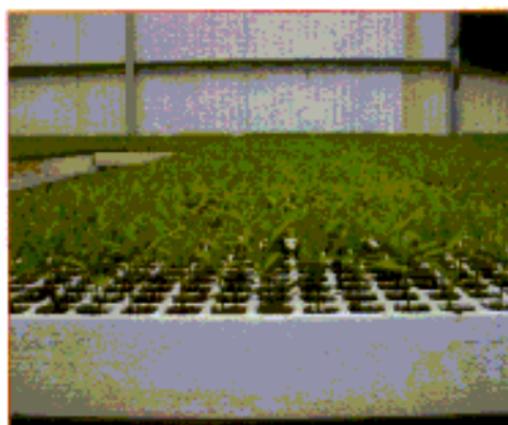
Después del riego de las charolas, éstas se llevan al invernadero, se apilan y se cubren con un plástico negro. Cuando las plántulas empiezan a emerger (siete a diez días) se destapan y se extienden en bancales. Las plántulas se riegan con agua hasta la aparición de las hojas verdaderas, después se riegan con una solución nutritiva conteniendo 60-70-60 mg L<sup>-1</sup> de N, P y K, respectivamente. Debe evitarse el uso de agua estancada, salina con altos niveles de cloro o sodio.

## **TRASPLANTE**

Las plántulas están listas para transplantarse cuando tienen una altura de 15 cm y cuatro hojas verdaderas, entre los 50 y 60 días después de la siembra (Figura 8). Se recomienda hacer el trasplante en las horas frescas del día (por la mañana o por la tarde), con el fin de evitar marchitamiento de las plantas (Figura 9). Previo al trasplante y después de este se aplica un riego pesado.



**Figura 8. Plántulas de pimiento para trasplante.**



**Figura 9. Plántula de chile recién trasplantada.**

## **MARCOS DE PLANTACIÓN**

Se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá del material genético cultivado. De los estudios realizados en el CENID RASPA se ha

encontrado que una distancia entre hileras de 1.2 m y entre plantas de 0.30 m (2.8 plantas por m<sup>2</sup>) resulta con los más altos rendimientos y facilidad para la realización de las prácticas culturales.

## **LABORES CULTURALES**

### **Poda de formación**

Este tipo de poda se hace para delimitar el número de tallos con los que se desarrollará la planta, normalmente dos o tres. En este centro de investigación se ha trabajado con el sistema de poda a dos tallos por planta con muy buenos resultados (Figura 10). En los casos necesarios se quitarán las hojas y brotes que se desarrollen bajo la primera bifurcación.

### **Aporcado**

Se recomienda cuando se usa arena como sustrato y consiste en cubrir con arena parte del tronco de la planta para reforzar su base y favorecer el desarrollo radicular (Figura 11). Se recomienda hacerlo en las horas de menor incidencia del sol para evitar el

riesgo de quemaduras por sobrecalentamiento de la arena.



**Figura 10. Producción de pimiento a dos tallos.**



**Figura 11. Aporque de plantas de pimiento.**

### **Entutorado**

El entutorado se lleva acabo para mantener erguida a la planta y evitar que se quiebren las ramas. El pimiento en invernadero desarrolla tallos más tiernos

y alcanza una mayor altura, por ello se emplean tutores que permitan sostener a la planta y se faciliten las labores de cultivo y aumente la ventilación. Pueden considerarse dos modalidades:

**Entutorado tradicional:** consiste en formar una red con hilos de polipropileno (rafia) verticales (1.5 - 2 m) y horizontales (20 – 25 cm) que sujetan bien a las plantas. La primera hilera horizontal se pone por debajo de la cruz y el resto a la distancia citada. En los extremos de las filas de plantas puede haber postes o estacas a los que se atan los hilos horizontales.

**Entutorado holandés.** Cada uno de los tallos dejados a partir de la poda de formación, se sujetan al emparrillado del invernadero con un hilo vertical (rafia). Los tallos se sujetan a los hilos mediante arillos de plástico que se van colocando conforme la planta vaya creciendo (Figura 12). Esta variante requiere una mayor inversión en mano de obra con respecto al tutorado tradicional; pero proporciona una mejor aireación de la planta y favorece el aprovechamiento de la luz y la realización de las labores culturales

(destallados, deshojado, recolección, aplicación de pesticidas), lo que repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.



**Figura 12. Entutorado holandés usando rafia y arillos.**

### **Destallado**

Consiste en quitar los tallos interiores para favorecer el paso de la luz y la ventilación de la planta. Esta poda no debe ser demasiado severa para evitar en lo posible quemaduras en los frutos.

### **Deshojado**

Esta práctica se lleva a cabo para quitar las hojas senescentes y enfermas, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos.

### **Aclareo de frutos**

Se recomienda hacer esta práctica para obtener frutos más uniformes de mejor calidad, peso y rendimiento. Se elimina el fruto que se forma en la primera bifurcación con el fin de obtener frutos de mayor calibre, uniformidad y precocidad.

## RIEGOS Y FERTILIZACIÓN

### **Factores que afectan el consumo de agua en un invernadero**

La cantidad de agua que consume un cultivo dentro de un invernadero depende de factores ambientales y del cultivo. Como principales factores ambientales están la radiación solar y la humedad del aire. A mayor radiación y mayor déficit de humedad en el aire, mayor consumo de agua. Como principal factor del cultivo se tiene la cantidad de hojas, es decir, la superficie foliar expuesta, la cual aumenta gradualmente desde el trasplante hasta el desarrollo pleno del cultivo. A mayor área foliar, mayor consumo de agua.

Con el riego se repone el agua consumida por evapotranspiración (ET), es decir, por transpiración y evaporación directa desde la superficie del suelo o sustrato. Se debe aplicar una cantidad suficiente de agua para cubrir el consumo por ET. El exceso de agua provoca lavado de fertilizantes por drenaje excesivo y problemas fitosanitarios cuando el drenaje del medio de

cultivo es lento. Por su parte, el déficit de agua causa estrés hídrico en las plantas.

### **Programación del riego**

Es una práctica que involucra una serie de cálculos y procedimientos para determinar cuánto y cuándo regar, o sea, el consumo de agua y el momento de aplicar los riegos. Los métodos de programación del riego se basan en la medición del contenido de agua del suelo o sustrato, del estado hídrico de la planta o de variables climáticas. En el caso del chile pimiento se midió indirectamente el contenido de agua del sustrato mediante el uso de tensiómetros que registraron la tensión de humedad o potencial mátrico del agua del sustrato a una profundidad de 0 a 20 cm (Figura 13).



**Figura 13. Tensiómetro.**

Para establecer el cultivo se aplicó un primer riego de seis horas de duración, con una lámina de agua de 2.5 cm, suficiente para incrementar el contenido de humedad del sustrato de un valor inicial ( $\theta_i$ ) de  $0.04 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  a un valor cercano a capacidad de campo ( $\theta_{cc}$ ) de  $0.14 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ , en los primeros 25 cm de profundidad del sustrato ( $Pr$ ):

$$Lr = (\theta_{cc} - \theta_i) * 100 * Pr * 10 = (0.14 - 0.04) * 100 * 0.25 = 2.5 \text{ cm}$$

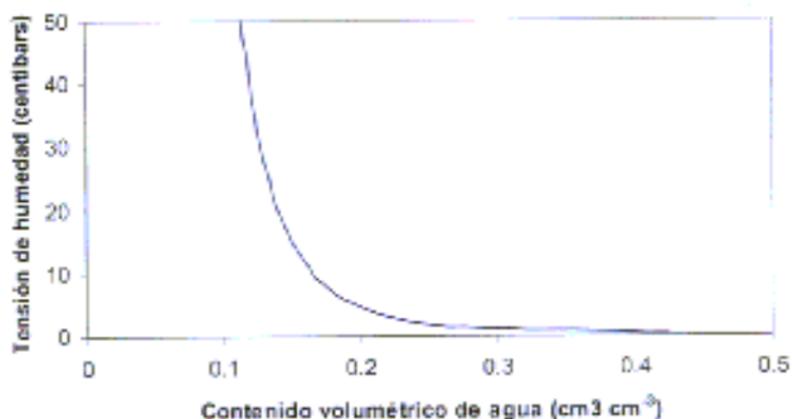
Para el resto de los riegos, la tensión de humedad mínima permisible fue de -17 centibars y se aplicaron dosis de riego pequeñas, suficientes para incrementar de uno a dos centibars la tensión de humedad mínima permisible en los primeros 20 cm de profundidad del sustrato. De acuerdo con la curva de retención de humedad del sustrato (Figura 14), las dosis de riego variaron de 0.5 a 0.7 litros por metro cuadrado ( $L \text{ m}^{-2}$ ) o milímetros de lámina de agua ( $Lr$ ). Así por ejemplo, la dosis de riego requerida para incrementar la tensión de humedad de -17 a -15 centibars se calculó como sigue:

$$Lr = (\theta_{15cb} - \theta_{17cb}) * 100 * Pr * 10 = (0.1498 - 0.1463) * 100 * 0.20 * 10 = 0.7 \text{ mm}$$

Donde  $\theta_{15cb}$  y  $\theta_{17cb}$  son los contenidos de agua del sustrato correspondientes a -15 y -17 centibars respectivamente, según la curva de retención de humedad del sustrato y Pr es la profundidad de riego, igual a 20 cm.

### **Aplicación del riego**

Se utilizó un sistema de riego por goteo tipo cintilla en doble línea, una a cada lado de la línea de plantas, con separación de 20 cm entre líneas y emisores (Figura 15). El gasto por emisor o gotero fue de  $0.5 \text{ L h}^{-1}$  ( $4.15 \text{ L h}^{-1}$  por  $\text{m}^2$ , considerando 8.3 goteros por  $\text{m}^2$ ). La uniformidad de emisión del sistema de riego fue superior al 90 por ciento.



**Figura 14. Curva de retención de humedad del sustrato.**



**Figura 15. Prueba de uniformidad de riego.**

La aplicación de los riegos se controló con base en el tiempo. Así por ejemplo, el tiempo de riego ( $T_r$ ) requerido para aplicar la dosis de 0.5 mm se calculó con la siguiente expresión:

$$Tr = \frac{\text{Dosis de riego}}{\text{gasto por gotero} \cdot \text{goteros por m}^2} \cdot 60 = \frac{0.5}{0.5 \cdot 8.3} \cdot 60 = 7.2 \text{ minutos}$$

El Cuadro 3 muestra el resultado de la programación del riego durante las casi 34 semanas que duró el ciclo vegetativo del pimiento trasplantado en abril en la Región Lagunera. El número de riegos aplicado por día varió de tres a cinco, los cuales se aplicaron entre las 8:30 de la mañana y las 16:30 de la tarde con intervalos entre riegos de dos a tres horas. El consumo de agua varió de 1.5 a 3.5 litros por metro cuadrado ( $L m^{-2}$ ) por día (lámina de agua de 1.5 a 3.5 mm por día). En total se aplicaron 747 litros de agua por metro cuadrado (74.7 cm) durante el ciclo de 233 días.

**Cuadro 3. Resultados de la programación del riego del pimiento en el invernadero.**

Semanas	1-2	3-4	5-7	8-34
Riegos por día	3	4	4	5
Tiempo por riego (min)	7	7	10	10
Dosis por riego ( $L m^{-2}$ )	0.5	0.5	0.7	0.7
Dosis por día ( $L m^{-2}$ )	1.5	2.0	2.8	3.5

## Aplicación de Nutrimentos

Se hace en el agua de riego usando una solución nutrimental que contiene los elementos esenciales para el crecimiento de la planta. Esta solución deberá tener un pH entre 6 a 6.5 y una conductividad eléctrica menor de  $2.5 \text{ dS m}^{-1}$ . El ajuste del pH se puede hacer mediante la aplicación de ácido fosfórico o ácido nítrico, cuya aportación de P y N deberá tomarse en cuenta.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el CENID RASPA, la concentración de la solución nutrimental variará con la edad de la planta y ésta se presenta en los Cuadros 4 y 5. Se usan fertilizantes comerciales como nitrato de potasio, nitrato de magnesio, nitrato de calcio, monofosfato de potasio, nitrato de amonio y ácido fosfórico para preparar la solución. También se utilizan quelatos comerciales para la aportación de microelementos. Durante la preparación de la solución nutrimental debe evitarse las mezclas de fertilizantes que contengan calcio con los que incluyan al fósforo y a los sulfatos ya que estos forman compuestos que se precipitan y la planta no puede absorber.

Es necesario hacer un análisis del agua de riego con el fin de conocer su pH, conductividad eléctrica, concentración de bicarbonatos y de cada uno de los nutrimentos, los cuales se restarán de la concentración de la solución nutrimental.

**Cuadro 4. Concentración de macronutrimentos en la solución nutrimental.**

Período de desarrollo	mg L <sup>-1</sup>				
	N	P	K	Ca	Mg
Transplante a Floración	150	50	190	145	40
Floración a madurez fisiológica	180	60	225	175	45

**Cuadro 5. Concentración de micronutrimentos en la solución nutrimental durante todo el ciclo de cultivo.**

Nutrimento	Concentración (mg L <sup>-1</sup> )
Boro (B)	0.3
Cobre (Cu)	0.2
Fierro (Fe)	4.0
Manganeso	1.0
Molibdeno	0.1
Zinc	0.4

## PLAGAS

Las principales plagas del chile pimiento se describen a continuación:

### **Araña roja (*Tetranychus urticae*, Koch)**

Esta plaga se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas, la escasa humedad relativa y las tolvaneras favorecen el desarrollo de esta plaga.

### **Control preventivo y técnicas culturales.**

Desinfección de estructuras y sustrato previa a la plantación.

Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.  
Evitar los excesos de nitrógeno.

Observaciones periódicas del cultivo durante las primeras fases del desarrollo.

### **Control biológico**

Las principales especies depredadoras de huevos, larvas y adultos de araña roja son: *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* y *Feltiella acarisuga*.

### **Control químico**

Abamectina: 0.6 mL por L de agua

Azufre (Velsul): 2.5 a 3 mL por L de agua

### **Araña blanca (*Poliphagotarsonemus latus*, Banks)**

En la última década este ácaro se ha vuelto una de las plagas del chile de importancia económica. Todos los estados de desarrollo de la araña blanca prefieren las hojas y brotes apicales de las plantas para su desarrollo y alimentación. Succionan los líquidos de la planta y causan un rizado o distorsión de las hojas en la nervadura central. En ataques severos causan la caída de las hojas terminales y de estructuras fructíferas. Su ataque aunque puede ser en etapas

tempranas es más frecuente durante la floración o la formación de frutos. Los síntomas del daño pueden confundirse con los producidos por los virus o deficiencias minerales. Se distribuye por focos dentro del invernadero, aunque se dispersa rápidamente en épocas calurosas y secas. Las hembras ponen los huevos aisladamente en el envés de las hojas.

### **Control preventivo y técnicas culturales**

Las mismas para araña roja.

### **Control biológico**

Existen diversos depredadores de huevos larvas y adultos del ácaro blanco entre los que destacan: *Stethorus spp.*, *Phytoseiulus persimilis*, *Orius spp.*

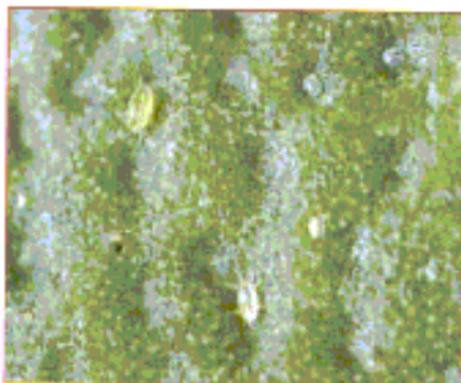
### **Control químico**

Se recomienda muestrear periódicamente el cultivo para detectar en forma temprana sus daños y decidir su control, al observar las primeras plantas con los síntomas de enrollamiento de las terminales. Se pueden aplicar los siguientes productos:

Abamectina: 0.6 mL por L de agua.

Azufre (Velsul): 2.5 a 3 mL por L de agua.

En las Figuras 16 y 17 se muestran las diferentes etapas de desarrollo de la araña blanca y el daño causado en hojas.



**Figura 16. Huevo, ninfa y adulto de la araña blanca.**



**Figura 17. Hoja de pimiento dañada por ataque de araña blanca.**

### **Mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)**

Los adultos colonizan las partes jóvenes de las plantas, los huevecillos son ovipositados en el envés de las hojas. De ellos emergen las primeras ninfas, que son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por cuatro estados ninfales; los daños directos (amarillamiento y debilitamiento de la planta), son ocasionados por las ninfas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la gran secreción de mielecilla, en la cual se desarrolla la fumagina causada por el hongo *Cladospodium* sp. La fumagina que cubre hojas y frutos disminuye la calidad de la cosecha y genera mayores costos en la limpieza de la fruta (Davidson *et al.*, 1994). Ambos tipos de daño se vuelven importantes cuando los niveles de población son altos.

Otros daños indirectos se producen por la transmisión de virus. *Trialeurodes vaporariorum* es transmisor del virus del amarillamiento de las cucurbitáceas. Las condiciones secas son las favorables para el desarrollo de la mosca blanca (Figuras 18 y 19).

## ***Control preventivo y técnicas culturales***

Colocación de mallas en las bandas de los invernaderos.

Limpieza de malas hierbas y restos de cultivos.

No asociar cultivos en el mismo invernadero.

Colocación de trampas cromáticas amarillas.



**Figura 18. Trampas amarillas.**



**Figura 19. Ninfas y adultos de mosquita blanca.**

### ***Control biológico utilizando enemigos naturales***

Existen por lo menos seis parasitoides que pueden controlar a la mosquita blanca, ellos son los microhimenópteros de la familia *Aphelinidae* *Encarsia haitiensis* Dozier, *Encarsia luteola* How, *Encarsia porteri* (Mercet), *Encarsia lycopersici* De Santis, *Eretmocerus corni* Hald y *Encarsia formosa* Gahan. Esta última especie es la más eficiente bajo condición de invernadero, alcanzando a las siete semanas de su liberación niveles hasta el 95 por ciento de eficacia (Albajes y Alomar; 1999, [http://www.inia.cl/entomologia/p\\_tomate\\_invern/m\\_blanca5.htm](http://www.inia.cl/entomologia/p_tomate_invern/m_blanca5.htm)).

### **Control químico**

Un buen control químico de la mosca blanca debe iniciarse con tratamientos a la semilla, para lo cual puede usarse: Imidacloprid en dosis de 70 g por kg de semilla; prosiguiendo con una aplicación a las plántulas en las charolas, tres días antes del trasplante, usando 2 ml por L de agua y dirigiendo la aplicación a la base de las plantas. A los 10 días después del trasplante se hace otra aplicación con la dosis 0.75 L por ha en 500 a 700 L de agua.

Se recomienda hacer muestreos frecuentes al follaje para determinar el mejor momento de aplicación de insecticidas (emergencia del primer instar de las ninfas y de los adultos). Es conveniente alternar diferentes insecticidas para evitar que la mosquita blanca desarrolle resistencia a ellos (Cruz y Díaz, 1992). Algunos productos que se pueden usar son los siguientes:

- Fenphopatrín: 0.47 L por ha.
- Bifenthrín: 0.47 L por ha.

- Acetamiprid (Rescate 20 PS) : 0.150 – 0.350 kg por ha.
- Pyriproxyfen (Admiral): 1.0 L por ha.
- Thiamethoxam (Actara 25 WP): 20 g en 100 L de agua.

**Pulgón** (*Aphis gossypii*, Sulzer y *Myzus persicae*, Glover).

*Aphis gossypii* y *Myzus persicae* son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. La forma áptera (sin alas) de *Aphis* presenta sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Se encuentran generalmente agrupados en pequeñas colonias en el envés de las hojas tiernas y yemas terminales, donde succionan la savia y producen encrespamiento y clorosis de las hojas afectadas. Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño a través de las hembras aladas. Estos insectos son

transmisores de enfermedades virosas, por lo que se recomienda efectuar un combate continuo de ellos.

### **Control preventivo y técnicas culturales**

Colocación de mallas en las bandas del invernadero

Eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior.

Colocación de trampas cromáticas amarillas.

### **Control biológico utilizando enemigos naturales**

Existen enemigos naturales que en determinadas circunstancias controlan a los pulgones en forma eficiente, encontrándose los siguientes depredadores:

- *Hippodamia convergens*.
- *Chrysopa ssp.*
- *Lysiphlebus testaceipes*.

### **Control químico**

Es importante controlar el pulgón en los primeros días de desarrollo de las plántulas y al igual que en la mosca blanca se recomiendan los tratamientos a la semilla y la aplicación de Imidacloprid. En la época seca o en condiciones de sequía, las poblaciones de pulgón pueden alcanzar altas tasas y provocar fuertes daños aún a las plantas que están en una mayor etapa de desarrollo. Se recomiendan los siguientes productos:

- Imidacloprid (Confidor) : 0.75 L por ha.
- Thiamethoxam (Actara 25 WP): 10 g en 100 L de agua.
- Acetamiprid (Rescate 20 PS) : 0.150–0.350 kg por ha.
- Azadiractina: 0.500-1.00 L por ha.

### **Trips (*Frankliniella occidentales*, Pergande).**

Los adultos colonizan los cultivos realizando la oviposición de los huevecillos dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y, preferentemente, en flores (son florícolas) donde se localizan los mayores niveles

de población de adultos y larvas nacidas de las puestas. Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. Estos síntomas pueden apreciarse cuando afectan a frutos (sobre todo en pimiento) y cuando son muy extensos en hojas. El daño indirecto es el que acusa mayor importancia y se debe a la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV), que afecta al pimiento (Cabello *et al.*, 1990).

### ***Control preventivo y técnicas culturales***

Colocación de mallas en las bandas del invernadero.

Limpeza de malas hierbas y restos de cultivo.

Colocación de trampas cromáticas azules.

### ***Control biológico utilizando enemigos naturales***

(Blom, *et al.*, 1997).

*Orius spp.*

### ***Control químico***

-Deltametrina: 0.40 L por ha.

- Confidor: 0.75 L por ha.
- Thiamethoxam (Actara 25 WP): 10 g en 100 L de agua.

### **Minador de la hoja (*Liriomyza spp.*)**

El adulto es una mosquita de color café o gris oscuro. Las larvas son muy pequeñas (1-2 mm de longitud) de color amarillo a café, se alimentan bajo la epidermis de las hojas y trazan caminos de coloración plateada al principio, que luego se tornan café (Figura 20). Este daño interfiere con la fotosíntesis y la transpiración de las plantas, de tal manera que si el daño se presenta en plantas jóvenes, se atrasa su desarrollo. Si el daño es severo en la época de fructificación, la planta se defolia exponiendo los frutos a quemadura de sol, lo que provoca pérdidas económicas. En épocas de alta humedad, la incidencia de esta plaga disminuye.

### **Control biológico**

El minador es parasitado por el *Braconidae Orius sp.*, el *Pteromalidae Habrocitus sp.* y por el *Eulophidae dyglyphus sp.*

### **Control químico**

Se realiza con cualquiera de los productos siguientes:

Abamectina: 0.25 -0.50 L por ha.

Azadiractina: 0.50-1.0 L por ha.

Diazinon 60 EC 1.4 a 2.1L por ha.

Permetrina 250 EC: 0.200 a 0.400 L por ha.



**Figura 20. Hojas de pimiento con túneles formados por larvas de *Liriomyza* spp.**

**Gusano soldado** (*Spodoptera exigua*, Hübner y *Spodoptera litoralis*, Boisduval).

La biología de estas especies es bastante similar, pasando por estados de huevo, 5-6 estados larvarios, pupa y adulto. Los huevos son depositados en las hojas, preferentemente en el envés, en masas. Los daños son causados por las larvas al alimentarse

de las hojas. La pupa se desarrolla en el suelo y los adultos son palomillas de hábitos nocturnos y crepusculares. En las Figuras 21 y 22 se muestran las etapas de larva y adulto de este insecto.



**Figura 21. Larva de *Spodoptera* spp.**



**Figura 22. Adulto de *Spodoptera* spp.**

### **Control preventivo y técnicas culturales**

Colocación de mallas en las bandas del invernadero.

Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.

En fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta.

Colocación de trampas de feromonas y trampas de luz

Vigilar los primeros estados de desarrollo de los cultivos, en los que se pueden producir daños irreversibles.

### **Control biológico mediante enemigos naturales**

Patógenos autóctonos: Virus de la poliedrosis nuclear de *S. exigua*.

Productos biológicos: *Bacillus thuringiensis* Kurstaaki 11.8 por ciento (11.8 mill. de u.i.), presentado

como suspensión concentrada con una dosis de 0.75-2 L por ha.

### **Control químico**

- Cipermetrina: 0.300–0.500 L por ha.
- Permetrina: 0.300–0.500 L por ha.
- Deltametrina: 0.300-0.500 L por ha.
- Lannate: 0.250–0.400 kg por ha.

## **ENFERMEDADES**

### **Cenicilla (Oidiopsis).**

Es una enfermedad producida por el hongo *Leveillula taurica* (Lev.); los síntomas que aparecen son manchas amarillas en el haz que se necrosan por el centro, observándose un fieltro blanquecino por el envés (Figura 23). En caso de fuerte ataque la hoja se seca y se desprende, no infecta a los frutos ni al tallo. Las solanáceas silvestres actúan como fuente de inóculo. Se desarrolla a 10-35 °C con un óptimo de 26 °C y una humedad relativa del 70 por ciento (Velásquez –Valle y Valle-García, 1999; Soto y Lucero, 2004; Velásquez *et al.*, 2004).

### ***Métodos preventivos y técnicas culturales.***

Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.

Utilización de plántulas sanas.

### ***Control químico***

-Azufre (Velsul): 2.5 a 3 mL por L de agua.

-Myclobutanil (Rally 40 W): 0.114 – 0.226 kg  
por ha.



**Figura 23. Daños en el haz y envés de la hoja de pimiento de cenicilla *Leveillula taurina*.**

### **Mancha bacteriana**

Enfermedad causada por la bacteria *Xanthomona vesicatoria*, puede presentarse en todas las partes de la planta (hojas, frutos y tallos). Los primeros síntomas son manchas acuosas circulares

que se presentan en las hojas, estas manchas se necrosan, con centros de color café y bordes cloróticos delgados (Figura 25). Por lo general las lesiones están ligeramente hundidas en el envés de la hoja y levantadas en el haz de la misma. Las manchas foliares más severas cambian a un color amarillento y la defoliación es común. En los frutos, la infección comienza como pequeños puntos negros levantados que pueden estar rodeados de un halo blanco, de apariencia grasa. Estas lesiones pueden agrandarse hasta alcanzar entre 4 y 5 mm de diámetro y se tornan de color negro, ligeramente protuberantes y costrosas.

La bacteria puede sobrevivir en restos de cultivos, semillas o malezas. La infección generalmente se produce a través de lesiones mecánicas, como las causadas especialmente por herramientas, insectos, vientos y pulverización a alta presión. Las temperaturas (24 a 30° C) junto con el riego por aspersion o por muchas lluvias, favorecen el desarrollo de la enfermedad, razón por lo que es muy prolífica en ambientes tropicales y principalmente en época lluviosa.

### ***Métodos preventivos y técnicas culturales.***

Uso de semillas y de plántulas sanas.

Uso de malla antiinsectos, reduce la deposición de esporas sobre la plántula.

Las pulverizaciones de cobre proporcionan un nivel moderado de protección.

Buena ventilación del invernadero.

Mantener libre de malezas el cultivo.

Evitar el encharcamiento en el cultivo.

Drenar el terreno ya que el agua es la principal fuente de contaminación.

### ***Control químico***

-Oxitetraciclina: 0.5 kg por ha.

-Hidróxido de cobre: 1.43 kg por ha.

-Sulfato de cobre: 0.28 L por ha.



**Figura 25. Hojas de chile con mancha bacteriana  
Causada por *Xanthomonas vesicatoria*.**

## **RECOMENDACIONES GENERALES PARA REDUCIR PLAGAS Y ENFERMEDADES**

Evitar la entrada directa al invernadero con la construcción de un cubículo anterior al invernadero (Figura 26).

Desinfectar las suelas de los zapatos antes de entrar al invernadero en una fosa de desinfección conteniendo una solución al 10 por ciento de hipoclorito de sodio (Figura 27).

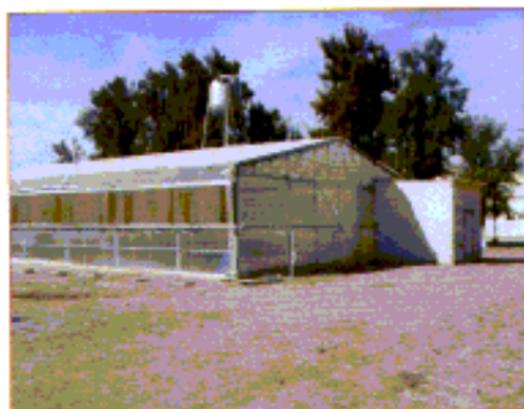
Evitar la entrada de personas ajenas al invernadero

Prohibir fumar dentro del invernadero.

Toda persona que entre al invernadero deberá lavarse las manos con jabón.

Desinfectar de forma periódica las herramientas usadas en el invernadero con una solución de hipoclorito de sodio al 10 por ciento.

Mantener libre de malezas dentro y alrededor del invernadero.



**Figura 26. Invernadero con cubículo anterior.**



**Figura 27. Fosa de desinfección a la entrada del invernadero.**

## **FISIOPATÍAS**

Los frutos pueden desarrollar desórdenes fisiológicos que son causados principalmente por estrés ambiental durante el desarrollo del fruto. Estos desórdenes pueden ser minimizados mediante el uso de material genético que sea menos susceptible a esos estreses. En seguida se presentan algunos de ellos:

### **Rajado del fruto**

Se produce por aportes irregulares de agua y/o altos niveles de humedad relativa en frutos maduros cuando se hincha el mesocarpio por un exceso de agua

y rompe la epidermis (Figura 28). La sensibilidad es variable entre cultivares. Los cultivares con grosor de pared del fruto gruesa (>8 mm) son más susceptibles que los de pared delgada.



Figura 28. Rajado de frutos de pimiento.

#### **Pudrición apical del fruto (Blossom-end rot).**

Esta fisiopatía se reconoce por la aparición en la zona inferior del fruto de una mancha café que más tarde se torna de color negro con una posterior podredumbre (Figura 29). Este desorden resulta de una deficiencia puntual de calcio en el fruto. El aumento rápido de la temperatura, salinidad elevada, estrés hídrico y térmico, son factores que favorecen en gran medida la aparición de este desorden fisiológico. La

sensibilidad a esta fisiopatía es variable en función del cultivar (Berrios, 2004).

### **Infrutescencias**

Formación de pequeños frutos en el interior del fruto aparentemente normal. La causa de esta alteración puede ser de origen genético o por condiciones ambientales desfavorables.

### **Partenocarpia**

Desarrollo de frutos sin semilla ni placenta.

### **Quemaduras de sol**

Manchas por desecación en frutos, como consecuencia de su exposición directa a fuertes insolaciones.

### **Manchas cromáticas en el pericarpio**

Debido al desequilibrio metabólico en los niveles de calcio y magnesio (Figura 30). La mayor o menor sensibilidad va a depender del material genético.



**Figura 29. Pudrición apical del fruto.**



**Figura 30. Manchas en el fruto.**

### **Asfixia radicular**

Se produce la muerte de las plantas a causa de un exceso generalizado de humedad en el suelo, que

se manifiesta por una pudrición de toda la parte inferior de la planta.

## COSECHA

El momento de cosecha se determina por el destino y uso de la producción, ya que se puede cortar en verde o en color (Figura 31). Las características de los frutos son las siguientes:

Pimientos Verdes: tamaño, firmeza y color del fruto.

Pimientos de Color: un mínimo de 50 por ciento de coloración.



**Figura 31. Pimientos de colores con diferente grado de maduración.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece el financiamiento del Fondo Mixto CONACYT-Durango para el desarrollo de la investigación "Incremento de la Productividad del Agua y Rendimiento del Chile Bell Mediante la Tecnología de Invernadero", de la cual se generó parte de los resultados presentados en este folleto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albajes, R. and O. Alomar. 1999. Current and potential use of polyphagous predators. En: Albajes, R., Gullino, M.L., van Lenteren, J.C. & Elad, I. (Eds.), Integrated pest and disease management in greenhouse crops. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Berrios, M. 2004. Pudrición apical (blossom end rot) en pimientos. Primera Convención Mundial del Chile 2004, León, Gto., México. 340-343.
- Blom, J. Van Der, M. Ramos Ramos and W. Ravensberg. 1997. Biological pest control in sweet pepper in Spain: Introduction rates of predators of *Frankliniella occidentalis*. *Bull. OILB srop* 20 (4): 196-201.
- Cabello, T., M. M. Abad y F. Pascual. 1990. Capturas de *Frankliniella occidentalis* (Thys.: Thripidae) en trampas adhesivas de distintos colores en cultivos en invernaderos del SE. de España *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas* 17: 265-270.
- Cruz R. L. y M. Díaz P. 1992. Susceptibilidad a insecticidas de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn. ) (Homóptera: Aleyrodidae) procedente de la región

hortícola de Piedras Negras, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 18. Villa Úrsulo Galván, Veracruz. 73 p.

Davidson, E. W., B. J. Segura, T. Steele and D. L. Hendrix. 1994. Microorganisms influence the composition of honeydew produced by silverleaf whitefly *Bemisia argentifolii*. J. Insect. Physiol. 40: 1069-1076.

Frank C. A. , R. G. Nelson, E. H. Simonne, B. K. Behe and A. H. Simonne. 2001. Consumer preferentes for color, price and vitamin C content of bell peppers. HortScience 36:795-800.

Guantes Ruiz J. 2006. El mercado de los invernaderos en México. Notas sectoriales. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en México. 54. p

Hanan J. J. 1998. Greenhouses. Advanced technology for protected horticulture. CRC Press. Boca Raton 33431 Florida, USA. 661 p.

([http://www.inia.cl/entomologia/p\\_tomate\\_invern/m\\_blanca\\_5.htm](http://www.inia.cl/entomologia/p_tomate_invern/m_blanca_5.htm)). Control preventive de mosquita blanca. Consultado el 26 de marzo del 2007.

<http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>. El cultivo del pimiento. Consultado el 4 de Abril del 2007.

- Jensen M. H. and A. J. Malter. 1995. Protected agriculture a global review. World Bank Technical Paper Number 253. Washington, D. C. USA.
- Jovicich E, D. J. Cantliffe, S. A. Sargent and L. S. Osborne. 2004. Production of greenhouse-grown peppers in Florida. Bulletin HS979. University of Florida. Institute of food and Agricultural Sciences Extension. Gainesville, FL 32611. Usa. 11 p.
- Jurado R. A. y M. A. Nieto Quesada. 2003. El cultivo de pimiento bajo invernadero. Pp 540-568. J. Camacho F. Técnicas de Producción en Cultivos Protegidos. Instituto Cajamar. Ediciones Agrotécnicas, S. L. Madrid, España.
- Macías R. H., E. Romero Fierro y J. Martínez Saldaña. 2003. Invernaderos de Plástico. p131-163. En Agricultura Protegida. Sánchez Cohen I. INIFAP CENID RASPA. Gómez Palacio, Dgo.
- Mullen B., Whiteley S., Colbert D., and Prichard N. 2003. Bell pepper variety evaluation trials in San Joaquin County. University of California Cooperative Extension. Stockton, California 95205. USA.
- Muñoz-Ramos J. J. 2003. El cultivo de pimiento en invernadero. p 263-297. En J. J. Muñoz-Ramos y J. Z.

Castellanos (Eds). Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA, México.

Nuez V. F., R. Gil O. y J. Costa G. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. 607 p.

Productores de Hortalizas. 2002. Revisión del sector de invernaderos. Publicación de Meister Publishing. pp 2-3.

Robledo de P. F y V. L. Martín. 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura. 2ª Edición Mundi-Prensa. Madrid, España. 624p.

Shaw N. L. and D. J. Cantliffe. 2002. Brightly colored pepper cultivars for greenhouse production in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 120:1-11.

Soto J. A. y H. Lucero. 2004. Oidiopsis taurica : nuevo patógeno de pimiento (*Capsicum annum* L.) y ají (*Capsicum frutescens* L.) en Mendoza (Argentina). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. 36(1): 87-100.

Steta G. M. 2003. Panorama de la horticultura en México. Memoria del 4º Congreso Internacional de la Asociación Mexicana de Productores de Hortalizas en Invernadero. León, Gto. México.

- Urrutia, A. 2002. Perspectivas de la Industria de Invernaderos en México. Memoria del Congreso de la Asociación Nacional de Productores de Hortalizas en Invernadero. Guadalajara, Jal. p 145-151.
- Velásquez V. R., M. M. Medina A. y M. Tiscareño L. 2004. Avances de investigación en cenicilla polvorienta (*Oidopsis* spp) de chile en Aguascalientes y Zacatecas, México. Primera Convención Mundial del Chile 2004, León, Gto., México. 133-137.
- Velásquez-Valle y P. Valle-García. 1999. First report of powdery mildew of pepper in north central Mexico. *Plant Disease*. 83:302.

Comité Editorial del CENID-RASPA

Presidente: Dr. José Antonio Cueto Wong

Secretario: Dr. Miguel Agustín Velásquez Valle

Vocales: Dr. Juan Estrada Ávalos

M. C. Miguel Rivera González

Editor Técnico:

M.C. Hilario Macías Rodríguez

Esta publicación se terminó de imprimir  
en el mes de septiembre del 2008 en los  
Talleres de Carmona Impresores S.A. de C.V.  
Calz. Lázaro Cárdenas No. 850  
Col. Eduardo Guerra C.P. 27280  
Torreón, Coah., México.

La impresión de esta publicación y parte de la información contenida en ésta, fue posible debido al apoyo económico otorgado al INIFAP, durante el proceso de investigación, por COCYTED, FOMIX-Durango



**CENID RASPA**

Km. 6.5 margen derecha Canal Sacramento

Gómez Palacio, Durango, MEXICO.

Apdo. Postal 41. Cd. Lerdo, Dgo.

Téls. y Fax: 01(871) 719-10-76, 719-10-77 y 719-11-34