

# MANEJO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CHILE PARA SECADO EN EL NORTE CENTRO DE MÉXICO

Rodolfo Velásquez-Valle  
Luis Roberto Reveles-Torres  
Manuel Reveles-Hernández



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

**LIC. ENRIQUE MARTÍNEZ Y MARTÍNEZ**  
Secretario

**LIC. JESÚS AGUILAR PADILLA**  
Subsecretario de Agricultura

**PROF. ARTURO OSORNIO SÁNCHEZ**  
Subsecretario de Desarrollo Rural

**LIC. RICARDO AGUILAR CASTILLO**  
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

**MSc. JESÚS ANTONIO BERUMEN PRECIADO**  
Oficial Mayor

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

**DR. PEDRO BRAJCICH GALLEGOS**  
Director General

**DR. SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA**  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

**MSc. ARTURO CRUZ VÁZQUEZ**  
Coordinador de Planeación y Desarrollo

**LIC. LUIS CARLOS GUTIÉRREZ JAIME**  
Coordinador de Administración y Sistemas

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO**

**DR. HOMERO SALINAS GONZÁLEZ**  
Director Regional

**DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES**  
Director de Investigación

**DR. JOSÉ VERÁSTEGUI CHÁVEZ**  
Director de Planeación y Desarrollo

**LIC. DANIEL SANTILLÁN AGUILAR**  
Director de Administración

**DR. FRANCISCO ECHAVARRÍA CHÁIREZ**  
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

# **MANEJO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CHILE PARA SECADO EN EL NORTE CENTRO DE MÉXICO**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina  
Delegación Coyoacán  
México, D.F.  
C.P. 04010 México, D.F.  
Teléfono (55) 3871-8700

ISBN: 978-607-37-0133-4

Primera Edición: Noviembre 2013

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

Cita correcta:

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R. y Reveles-Hernández, M. 2013. Manejo de las principales enfermedades del chile para secado en el norte centro de México. Folleto Técnico. Núm 50. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 57 páginas.

# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
PUDRICIONES DE LA RAÍZ .....	2
Agentes causales .....	3
Sintomatología .....	4
Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad .....	10
Manejo de la enfermedad .....	11
NEMÁTODOS FORMADORES DE AGALLAS DE LAS RAÍCES .....	16
Agente causal .....	16
Sintomatología .....	16
Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad .....	18
Manejo de la enfermedad .....	18
AHOGAMIENTO O DAMPING-OFF DE LOS ALMÁCIGOS .....	20
Agentes causales .....	20
Sintomatología .....	21
Epidemiología .....	22
Guía para el manejo de la enfermedad .....	22
CENICILLA POLVORIENTA .....	26
Agente causal .....	26
Sintomatología .....	26
Epidemiología .....	28
Manejo de la enfermedad .....	28
MANCHA BACTERIANA .....	30
Manejo de la enfermedad .....	32
ENFERMEDADES PROVOCADAS POR VIRUS Y FITOPLASMAS .....	33
Virus del mosaico del pepino (Cucumber mosaic virus: CMV) .....	34
Virus Y de la papa (Potato virus Y: PVY) .....	35
Virus del moteado del chile (Pepper mottle virus: PepMoV) .....	36
Virus del mosaico del tabaco (Tobacco mosaic virus: TMV) .....	37
Virus del jaspeado del tabaco (Tobacco etch virus: TEV) .....	38
Virus de la marchitez manchada del jitomate (Tomato spotted wilt virus: TSWV) .....	38
Virus del mosaico dorado del chile (Pepper golden mosaic virus: PepGMV) .....	40
Virus huasteco de la vena amarilla (Pepper huasteco yellow vein virus: PHYVV) .....	41
Virus moderado de la punta rizada del betabel (Beet mild curly top virus: BMCTV) .....	42
Fitoplasmas .....	44
GUÍA PARA EL MANEJO DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS Y FITOPLASMAS .....	47
LITERATURA CITADA .....	50

# MANEJO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CHILE PARA SECADO EN EL NORTE CENTRO DE MÉXICO

Rodolfo Velásquez-Valle<sup>1</sup>

Luis Roberto Reveles-Torres<sup>1</sup>

Manuel Reveles-Hernández<sup>1</sup>

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del chile para secado (*Capsicum annuum* L.) en la región conocida como el norte centro de México constituye una fuente importante de empleos; se calcula que en Zacatecas existen más de 5, 000 productores que viven de esta hortaliza. El estado de Zacatecas, con cerca de 38, 000 hectáreas trasplantadas es el líder en producción de chile para secado a nivel nacional; esta hortaliza genera el 35% del valor total en el sector agrícola estatal. En el ámbito social es necesario considerar que cada hectárea ocupada con este cultivo requiere de 150 jornales, lo cual indica que la producción de chile para secado podría generar más de cinco millones de jornales al año (Bravo *et al.*, 2010; Zegbe *et al.*, 2012).

El proceso de producción de esta hortaliza se extiende prácticamente a lo largo de todo el año; el establecimiento de almácigos tradicionales se realiza entre enero y febrero, mientras que el trasplante en el terreno se generaliza a mediados de abril, tiempo durante el cual la pérdida de plantas por bajas temperaturas es mínima. La cosecha se inicia en junio

---

<sup>1</sup> Investigadores de los Programas de Fitopatología, Biología Molecular y Sistemas de Producción del Campo Experimental Zacatecas, respectivamente.

si el propósito del cultivo es para consumo en fresco o de agosto a noviembre si la producción se destina al secado: en este último caso la selección y empaque del producto frecuentemente se prolonga hasta bien entrado el siguiente año.

Durante la fase de almácigo, a lo largo del proceso de producción y frecuentemente después de la cosecha, el cultivo se ve afectado por diversos microorganismos que provocan enfermedades y consecuentemente reducen la población de plantas, abaten su potencial productivo y afectan negativamente la calidad y cantidad de chile para secado. Los hongos, bacterias, nemátodos y virus son los microorganismos más frecuentemente observados en las plantas de chile enfermas en esta región del país. Aunque la incidencia y severidad de las infecciones provocadas por estos patógenos es variable de año a año y de parcela a parcela, su presencia constante obliga a mantener un continuo monitoreo del cultivo que permita optimizar el manejo de las enfermedades detectadas.

A continuación se describen las principales enfermedades del cultivo de chile en el norte centro de México, se discuten también aspectos relevantes de su ciclo de vida y finalmente, se sugieren algunas medidas para su manejo.

## **PUDRICIONES DE LA RAÍZ**

Esta enfermedad, una de las más importantes del cultivo en la región, puede provocar una mortalidad del 40 al 70% de la población inicial de plantas. Entre los factores que agravan la severidad de la enfermedad se encuentran el monocultivo (trasplantar chile en la misma parcela por varios ciclos consecutivos) y la presencia de temporales lluviosos prolongados.

## Agentes causales

La pudrición de la raíz del chile para secado en el norte centro de México se encuentra asociada con un grupo de patógenos entre los que se encuentran *Phytophthora capsici* Leo., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp. y *Verticillium* spp. (Velásquez *et al.*, 2001).

Frecuentemente es posible encontrar dos o más de estos patógenos en las raíces de una sola planta aunque probablemente solo uno de ellos sea el responsable de los síntomas que expresa la planta, mientras que el otro u otros patógenos se desarrollan sobre el tejido muerto de la raíz o afectado por el primer patógeno.

Estos patógenos son capaces de sobrevivir por largos periodos en el suelo, sin necesidad de que plantas de chile se encuentren presentes, empleando para ello estructuras especializadas de resistencia conocidas como esclerocios, clamidosporas u oosporas. Además algunos de ellos pueden infectar las raíces de otros cultivos susceptibles o maleza y sobrevivir por periodos más largos aún cuando no se cultive chile en esas parcelas; consecuentemente, la persistencia de esos microorganismos en una parcela será mayor si se cultivan otras hortalizas como la calabaza, pepino, tomate, zanahoria, papa u otros cultivos como el frijol.

La presencia de otros patógenos en el suelo, como los nemátodos, que causan heridas en las raíces o las debilitan por sus hábitos de alimentación, puede interactuar con los patógenos ya mencionados y acelerar la muerte de las plantas.

## Sintomatología

Los síntomas aéreos y subterráneos que producen estos patógenos son muy parecidos entre sí por lo que el conjunto de síntomas que muestra una planta frecuentemente es de poca utilidad para determinar el o los agentes causales y los cuales solamente pueden identificarse al ser aislados en un laboratorio especializado.

En plantas adultas la marchitez es el síntoma más común e inicial de las plantas infectadas por estos patógenos. Al inicio de la enfermedad este síntoma es más severo al mediodía y puede ser atribuido a la falta de humedad en el suelo; al caer la tarde las plantas infectadas recuperan algo de su vigor pero en pocos días la marchitez es permanente (Figura 1) y aparecen otros síntomas de la enfermedad como una coloración verde opaco en la mayor parte del follaje que contrasta con el verde brillante de las plantas sanas.



Figura 1. Plantas de chile mostrando síntomas severos (follaje colgante, necrosado, sin botones o flores) de pudrición de la raíz.

Además de la coloración verde opaco del follaje, es común observar el ápice y bordes de las hojas con una coloración café – marrón rodeada por un área de color verde opaco (Figura 2); la lesión café puede llegar a cubrir toda la hoja que usualmente permanece adherida a la planta.



Figura 2. Planta de chile con lesiones de color café – marrón en el borde y ápice de las hojas.

Generalmente las plantas infectadas producen botones, flores y presentan frutos en distintos grados de desarrollo, sin embargo, al

avanzar la enfermedad y reducirse el abastecimiento de agua y nutrientes (como consecuencia de la destrucción de raíces), los botones, flores y frutos más jóvenes se desprenden de la planta. Al examinar los pedúnculos de botones, flores y frutos pequeños es común observar una coloración amarilla mientras que en frutos más desarrollados se puede observar una lesión café que probablemente es responsable por la caída de esos frutos (Figura 3). Los frutos con mayor desarrollo al inicio de la enfermedad son los únicos que pueden adquirir un tamaño y valor comercial completo.



Figura 3. Fruto de chile mostrando una lesión café en el pedúnculo, característica en plantas infectadas por patógenos del suelo.

La maduración adelantada e irregular de los frutos ha sido asociada con la infección de la raíz de plantas de chile por patógenos del suelo (Figura 4).



Figura 4. Planta de chile afectada por pudrición de la raíz mostrando frutos con maduración adelantada e irregular.

Durante los temporales lluviosos, el patógeno denominado *Phytophthora* spp. es capaz de infectar las partes aéreas de la planta, dando lugar a la fase de tizón foliar de la enfermedad; en las hojas forma lesiones más o menos circulares de color verde pálido con el centro con una tonalidad que varía de gris a ligeramente café; en las ramas se forman lesiones de tamaño variable y color café a negro que pueden llegar a estrangularlas (Figura 5). En los frutos se puede

desarrollar una lesión de aspecto acuoso y de color gris a café que eventualmente se cubre del micelio del patógeno tomando un aspecto “azucarado”; al abrir el fruto se observa un algodoncillo que también corresponde al micelio de *Phytophthora* spp. (Figura 6). Usualmente los frutos inicialmente afectados son los más cercanos al suelo pero a medida que se prolonga el temporal lluvioso la infección “salta” hacia los frutos más jóvenes.



Figura 5. Hojas de una planta de chile mostrando las lesiones típicas de *Phytophthora* spp. en su fase de tizón foliar.



Figura 6. Aspecto interior de frutos de chile cubiertos de micelio de *Phytophthora* spp. Observe las semillas necrosadas.

Los síntomas subterráneos más comunes son la pudrición del cuello o porciones de la raíz principal así como el necrosamiento de las raicillas secundarias (Figura 7), lo que impide el paso del agua y nutrientes hacia el follaje de la planta así como el flujo de carbohidratos hacia las raíces. Dos de los síntomas más frecuentemente encontrados en las raíces de plantas de chile son el descortezamiento (la raíz se “pela”) provocada por *Phytophthora* spp. y la coloración café o negra que toman los haces vasculares en la raíz principal de las plantas infectadas por *Verticillium* spp. (Figura 7) (Sanogo y Carpenter, 2006).



Figura 7. Raíces de plantas de chile con síntomas de descortezamiento (flechas negras) y coloración vascular (flecha blanca).

### **Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad**

El desarrollo de la pudrición de la raíz es más severo cuando el suelo presenta condiciones de alta humedad y se registra en el ambiente una temperatura fresca; ambas condiciones se alcanzan durante temporales lluviosos prolongados. La aplicación de riegos pesados o “negros” favorece también la diseminación de la enfermedad e incrementa su severidad. Las plantas establecidas en parcelas con suelos muy pesados (arcillosos) o suelos muy compactos que reducen el drenaje de los excesos de agua podrían ser más susceptibles a la pudrición de la raíz.

A partir del inicio de la fructificación, la expresión de los síntomas de la enfermedad se hace más notoria, especialmente después de que ocurre

un periodo de alta humedad y temperatura fresca seguido por algunos días con temperatura elevada que exijan a las plantas enfermas un abastecimiento de agua y nutrientes que sus raíces no podrán proporcionar por encontrarse dañadas. Esto llevará a la planta a expresar los síntomas típicos de la enfermedad y morirá en pocos días.

### **Manejo de la enfermedad**

Las medidas sugeridas para el manejo de esta enfermedad son de carácter “preventivo” ya que actualmente no se conoce algún fungicida que controle eficientemente esta enfermedad, ni se cuenta con variedades de chile para secado que sean resistentes a los patógenos involucrados en la enfermedad.

Sin embargo, el éxito en el manejo de la pudrición de la raíz de chile se basa en la realización de todas las prácticas dirigidas a prevenir más que a tratar de controlar la enfermedad una vez que se observan los síntomas en el campo.

Los puntos más importantes en el manejo de la enfermedad giran alrededor de la producción de plántulas sanas, manejo del agua de riego y otras prácticas culturales. Las medidas de manejo de la enfermedad se sugieren de acuerdo con el siguiente patrón de actividades del cultivo:

#### **1) Selección de la parcela a trasplantar**

De preferencia seleccionar terrenos o parcelas donde no haya sido cultivado chile en los últimos cuatro o cinco años. También se deberá evitar aquellas parcelas donde otros cultivos como jitomate, calabaza, pepino o frijol hayan tenido problemas de pudriciones de la raíz.

Las parcelas seleccionadas no deben tener antecedentes de inundaciones o aniegos o tener suelos muy pesados que favorecerán el desarrollo de la enfermedad.

## 2) Manejo de la plántula durante el almácigo y trasplante.

Es recomendable utilizar semillas provenientes de plantas sanas; la selección de estas debe hacerse cuando aún permanecen en el campo y se pueden observar otras características importantes como tamaño y forma de fruto. Se debe evitar el uso de semilla de "patio" para el establecimiento de almácigos.

Al momento de extraer las plántulas debe vigilarse que no se encuentren "ligadas", muy débiles o deformes; las plántulas deben tener raíces abundantes que garanticen su establecimiento en el campo.

Cuando el trasplante se realiza a raíz desnuda en parcelas donde se sabe que la enfermedad ha estado presente se sugiere sumergir las raíces de las plántulas por un minuto en una mezcla de fungicidas como Captan y Metalaxyl a razón de 1.0 g de cada fungicida por litro de agua a fin de prevenir o reducir la mortalidad de plantas provocada por la enfermedad en las primeras etapas del cultivo.

## 3) Preparación de las camas de trasplante

Cuando se utiliza riego rodado o por gravedad se sugiere no hacer surcos o camas de más de 100 m de largo donde es más probable que el agua de riego o lluvias se estanque debido a deficiencias en la nivelación del terreno. Por otro lado, el agua de riego por gravedad en surcos o camas muy largas tiende a

acumularse en la parte final de la parcela que usualmente resulta más afectada por la enfermedad.

Se sugiere construir surcos o camas altas para evitar el contacto del agua de riego con el cuello de la planta que podría propiciar la infección de la planta y posterior diseminación de la enfermedad.

#### 4) Manejo del agua de riego después del trasplante

Una vez establecido el cultivo de chile en campo, el agua es el factor de mayor peso en la presencia y severidad de la pudrición de la raíz, por lo tanto, las siguientes prácticas tienen como objetivo ayudar a mantener las condiciones de humedad en el suelo que permitan el desarrollo óptimo del cultivo y retrasen el desarrollo de la enfermedad.

El agua de riego debe mojar el suelo alrededor de las raíces pero evite siempre que sea posible, que el agua de riego toque el cuello de la planta.

Previamente al establecimiento del temporal de lluvias resulta útil aplicar el agua de riego en surcos terciados (Figura 8) en donde se deja un surco seco entre dos que si se riegan; en el siguiente riego se mojan los surcos secos y se dejan sin riego los que se mojaron en el riego previo. Junto con esta práctica se sugiere dar riegos ligeros que apenas mojen la mitad de la cama o surco (Figura 9).



Figura 8. Parcela de chile donde el riego se aplica en surcos terciados o alternos.



Figura 9. Altura que alcanza la humedad en un riego ligero para evitar o retrasar el desarrollo de la pudrición de la raíz de chile.

- 5) El uso de piletas o bordos en los surcos para un mejor manejo del agua de riego se debe a la mala nivelación del terreno; las piletas o bordos deben eliminarse tan pronto como sea posible ya que en caso de presentarse lluvias servirán para acumular el agua que favorece a la enfermedad.
- 6) Una vez que las lluvias se presentan no hay manera de controlar eficientemente la humedad en el suelo; sin embargo se debe propiciar la eliminación del exceso de lluvia o “desagüe” de la parcela mediante una “acequia” al final de los surcos que recoja el exceso de agua y la saque de la parcela.
- 7) La práctica de “arrimar” tierra a los tallos de las plantas incrementa el área de la planta que se expone a la infección por alguno de los patógenos mencionados por lo que no se recomienda su realización.
- 8) Se ha recomendado la aplicación de fungicidas como Metalaxil-m en dosis de 2.0 litros/hectárea y Tiabendazol a razón de 0.5 kg/hectárea en aplicaciones al agua de riego o directamente dirigidas al cuello de la planta (Chew *et al.*, 2008; Chew *et al.*, 2010).
- 9) Es recomendable que las parcelas cultivadas con chile se dejen descansar por lo menos tres o cuatro años antes de volver a establecer un cultivo de chile; se sugiere establecer en ese lapso cultivos de cereales como maíz, trigo, avena o cebada.

## **NEMÁTODOS FORMADORES DE AGALLAS DE LAS RAÍCES**

### **Agente causal**

Las raíces de plantas de Chile, especialmente en áreas de Aguascalientes, San Luis Potosí y Zacatecas, suelen presentar bolas, nudos o agallas causadas por nemátodos (gusanos redondos microscópicos) pertenecientes a la especie *Meloidogyne incognita* (Velásquez-Valle, 2001a). La presencia de poblaciones de este nemátodo es importante ya que al alimentarse en las raíces producen heridas por las cuales penetran fácilmente los patógenos que afectan estos órganos.

### **Sintomatología**

Los síntomas foliares producidos por estos organismos son similares a los que provocan otros patógenos que invaden las raíces de las plantas de Chile como son amarillamiento, enanismo, marchitez durante los periodos con alta temperatura, follaje escaso o de menor tamaño y frutos pequeños y de escasa calidad comercial.

El síntoma distintivo de esta enfermedad es la formación de nudos, bolas o agallas en las raíces. Las agallas son el resultado de la actividad de las hembras de los nemátodos y generalmente son más pequeñas en las raíces de plantas de Chile (en plantas de Chile mirasol pueden medir de dos hasta ocho mm) que en las de otros hospederos como frijol o jitomate (Figuras 10 y 11). Las agallas reducen la circulación del agua y nutrientes de la raíz hacia el follaje, por lo que la planta afectada muestra los síntomas aéreos descritos previamente.



Figura 10. Raíces de una planta de chile mostrando las agallas características de una infección por *M. incognita*.



Figura 11. Raíces de una planta de malva (*Malva* spp.) mostrando agallas (flechas negras) provocadas por *Meloidogyne* spp.

Más de 2000 especies de plantas pueden ser atacadas por este nemátodo, sin embargo, en Zacatecas y Aguascalientes se han encontrado plantas de frijol, girasol, calabaza, cebolla y alfalfa infectadas por este patógeno (Velásquez-Valle, 2001b).

### **Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad**

Las parcelas con mayor daño por estos nemátodos son las que presentan suelos con textura arenosa; en cambio, en suelos arcillosos el tamaño de las agallas es menor. El desarrollo de los nemátodos agalladores es favorecido por temperaturas del suelo entre 15 y 27 °C, las cuales se presentan en la región durante el periodo de crecimiento del cultivo. Por si mismos, los nemátodos se mueven lentamente en el suelo; sin embargo, pueden ser diseminados por cualquier medio que mueva suelo, como el agua de riego, equipo agrícola y el calzado.

En su etapa inicial o juvenil, estos nemátodos viven libres en el suelo; al infectar una raíz de chile u otro hospedero, las hembras permanecen adheridas a ella el resto de su vida. Estas generalmente presentan forma de pera y son de color blanco a cremoso; depositan sus huevecillos en una “bolsa” de aspecto gelatinoso también conocida como matriz que se mantiene adherida al extremo del cuerpo de la hembra en la superficie de la raíz. Los huevecillos pueden nacer inmediatamente si las condiciones del suelo les son propicias o pueden sobrevivir al invierno en esa forma y eclosionar o emerger en la primavera siguiente al elevarse nuevamente la temperatura del suelo.

### **Manejo de la enfermedad**

La rotación de cultivos es una de las medidas de manejo de nemátodos agalladores más recomendada; se pueden emplear cereales (avena,

cebada o trigo) y pastos en rotaciones de dos a tres años para reducir significativamente la población de nemátodos y los daños que estos ocasionan. Por otro lado, en las parcelas donde se han detectado plantas con este tipo de agallas no se deben sembrar o trasplantar cultivos como frijol, jitomate, girasol o calabaza debido a que estas plantas también son infectadas por *Meloidogyne* spp. y de esta manera se mantiene o eleva la población de nemátodos en el suelo.

La exposición de las raíces afectadas a baja o alta temperatura puede eliminar una parte de la población de nemátodos al deshidratar las hembras y las masas de huevecillos, por lo que se recomienda que las parcelas donde se ha detectado esta enfermedad se barbechen o por lo menos se realice un paso de rastra una vez terminada la cosecha.

Ya que los nemátodos pueden ser diseminados por el agua de riego y equipo agrícola, se sugiere regar y cultivar por separado las áreas donde se hayan encontrado plantas con raíces agalladas. Para evitar su dispersión hacia otras parcelas por medio del equipo agrícola se recomienda su lavado con una solución de Vapam al 5% (mezclar cinco litros de Vapam en 95 litros de agua) al terminar el trabajo en una parcela infestada. También se debe evitar al máximo la circulación de equipo y personal por las partes de una parcela donde se ha detectado la presencia de nemátodos agalladores.

Otra medida útil para reducir la población de nemátodos y los daños que ocasionan, es la siembra de plantas como el cempasuchil (*Tagetes erecta*) cuyas raíces liberan una sustancia repelente a estos organismos; los mejores resultados se obtienen cuando este tipo de plantas se siembran por más de dos ciclos de cultivo consecutivos.

La aplicación de abonos orgánicos (estiércol), composta o la incorporación de un cultivo se recomiendan ampliamente, sin embargo, estas sustancias deben re aplicarse periódicamente para mantener el efecto supresor sobre la población de nemátodos (Noling, 2009).

La práctica de combatir la maleza tiene un efecto positivo, no solo para combatir otras plagas y enfermedades sino que también puede ayudar a reducir la población de nemátodos en el suelo ya que al eliminarlas se evita que se reproduzcan en ellas.

Actualmente están disponibles en el mercado algunos nematicidas que han proporcionado excelentes resultados en el combate de la enfermedad en otras regiones. Su época óptima de aplicación es durante los primeros 45 días después del trasplante, especialmente si se trata de chiles anchos para consumo en fresco.

No existen variedades de los tipos de chile regionalmente cultivados que posean resistencia a estos patógenos.

## **AHOGAMIENTO O DAMPING-OFF DE LOS ALMÁCIGOS**

### **Agentes causales**

Los muestreos realizados en almácigos tradicionales de Aguascalientes y Zacatecas revelaron la presencia de los hongos *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp. y *Alternaria* spp, responsables de la enfermedad. Asimismo se identificaron poblaciones de los nemátodos fitoparásitos *Aphelenchoides* spp., *Pratylenchus* spp., *Aphelenchus* spp., *Ditylenchus* spp. y *Heterodera* spp.; es probable que estos últimos incrementen la severidad del damping-off al causar heridas en las plántulas de chile (Velásquez-Valle *et al.*, 2007).

## Sintomatología

La enfermedad puede provocar dos sintomatologías durante la germinación de la semilla y posteriormente, durante el desarrollo de la plántula, es decir, en preemergencia y postemergencia respectivamente.

En preemergencia la semilla germina y alcanza a emitir un pequeño tallo que al ser infectado por los hongos mencionados toma una coloración café oscura y muere rápidamente, por lo tanto este daño solamente se puede observar cuando las plántulas no infectadas emergen y se pueden notar los manchones sin plántulas (Figura 12).



Figura 12. Manchón o lunar de un almacigo donde las plántulas no emergieron.

Cuando la enfermedad se presenta en postemergencia las hojas de las plantas infectadas pierden turgencia, es decir, se observan flácidas o

marchitas, eventualmente toda la plántula manifiesta el síntoma y cae al suelo formando manchones o lunares de este tipo de plantas por lo que la enfermedad también se conoce como “dormidera”. El cuello de las plántulas, al ras del suelo, presenta un estrangulamiento de una coloración café rojiza u oscura característica de la enfermedad (Redondo, 1977).

## **Epidemiología**

Las condiciones secas del suelo de los almácigos podrían favorecer la infección de raíces y tallos por *Rhizoctonia* spp., por lo que este hongo es más activo en la porción superior del suelo y su ataque puede generar un patrón circular de plantas muertas. Otros patógenos como *Pythium* spp. pueden requerir de condiciones de abundante humedad en el suelo para el desarrollo de una epidemia. Sin embargo, la enfermedad es más destructiva cuando se emplea semilla sin tratar y en almácigos con suelo no esterilizado; la severidad es mayor bajo condiciones de alta humedad en el suelo (generalmente provocada por riego abundante y frecuente), en suelos compactos, con sobrepoblación de plántulas, ventilación reducida (propiciada por siembras al voleo y exceso de semilla) y en días frescos, húmedos y nublados (Velásquez y Amador, 2009).

## **Guía para el manejo de la enfermedad**

El damping-off puede manejarse en forma preventiva, esto es evitando que la enfermedad se presente en el almácigo para lo cual se sugiere:

- a) Utilizar semillas provenientes de plantas y frutos sanos y de características deseables (forma y tamaño, por ejemplo), cuya selección debe realizarse cuando las plantas aún permanecen

en la parcela. En cambio, debe evitarse el empleo de semilla de “patio”, del montón o sin seleccionar para el establecimiento del almácigo.

- b) Aún cuando se obtenga semilla de plantas y frutos sanos, se debe desinfectar empleando para ello cuatro gramos de algún fungicida como Captan o Legusan por cada kilogramo de semilla. Se debe procurar que el fungicida cubra completamente la semilla.
- c) Otro punto clave para la obtención de plántulas sanas es la desinfección del suelo previamente a la siembra; ésta puede realizarse empleando Vapam en dosis de cinco litros del producto en 95 litros de agua. Se debe mojar completamente la cama de siembra del almácigo y esperar por lo menos 15 días antes de la siembra para eliminar del suelo cualquier exceso del fumigante.
- d) Se recomienda que la siembra se lleve a cabo en surcos para facilitar el manejo de la enfermedad en caso necesario. Evitar, además, el uso de una cantidad excesiva de semilla que al germinar propiciará la acumulación de humedad que favorecerá el desarrollo del damping-off y otras enfermedades.
- e) Evitar los riegos pesados y frecuentes cuya excesiva humedad favorecerá el desarrollo de la enfermedad. También se debe evitar que las camas de los almácigos tradicionales se rieguen pasando el agua directamente de una cama a la siguiente (“riego encadenado”), porque además de propiciar el arrastre de semilla también se disemina a los patógenos causantes de la enfermedad.

- f) Una vez que la enfermedad se presenta en un almácigo se recomienda eliminar el exceso de humedad en el suelo, especialmente en las áreas donde se observen plantas enfermas; para lograrlo, se abre el suelo a ambos lados de la línea de plántulas (si el almácigo se sembró en surcos) para propiciar que el exceso de humedad se pierda rápidamente y el ambiente sea desfavorable para los patógenos causantes de la enfermedad. Frecuentemente la aplicación de esta medida es suficiente para detener el desarrollo de la enfermedad, pero se podrá llevar a cabo solamente si la siembra se llevó a cabo en surcos (Figura 13).



Figura 13. Almácigo de chile sembrado en surcos para permitir el manejo de damping-off.

- g) Además de eliminar el exceso de humedad en el suelo, es necesario suspender los riegos en las áreas dañadas hasta que no exista humedad excesiva. Al reiniciar los riegos se debe

permitir más tiempo entre ellos y que sean menos pesados a fin de que no se presenten nuevamente las condiciones necesarias para la enfermedad.

- h) En caso de que a pesar de la práctica anterior la enfermedad continúe infectando más plántulas, es decir, que el manchón continúe creciendo, se recomienda la aplicación de un fungicida como el Captan en el área afectada y alrededor de ella, utilizando para ello una regadera. Generalmente, una aplicación es suficiente para detener el avance de la enfermedad, sobre todo si se restringe la cantidad de agua de riego y se alargan los periodos entre riegos.
- i) Cuando la enfermedad se presenta en charolas y bajo condiciones de invernadero se sugiere el empleo del fungicida Propamocarb en dosis de 1.5 a 2.0 ml del producto comercial por litro de agua (Galván-Lamas *et al.*, 2006).
- j) Durante la fase de almácigos pueden ocurrir lluvias ligeras acompañadas de bajas temperaturas que aumentan o conservan la humedad en el suelo y favorecen la actividad patogénica, por lo que se sugiere cubrir los almácigos durante esos días.
- k) Al momento de extraer la plántula de los almácigos se deben eliminar todas aquellas plantas que presenten lesiones en el cuello o tengan una apariencia “triste” ya que probablemente mueran en los primeros días después del trasplante y contagien a otras plántulas durante el manejo previo al trasplante. La raíz de las plántulas se puede sumergir en una solución de Thiabendazol en dosis de 0.5 a 1.0 gramos por litro de agua por

un minuto, inmediatamente antes del trasplante para evitar introducir plantas enfermas a la parcela.

## **CENICILLA POLVORIENTA**

### **Agente causal**

La cenicilla polvorienta es provocada por el hongo *Oidiopsis* spp. y puede afectar otros cultivos como la cebolla y el ajo y maleza como el quelite (*Amaranthus* spp.). El hongo sobrevive de una temporada a otra infectando hospederos silvestres.

### **Sintomatología**

Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen en el follaje más viejo de la planta y eventualmente pueden aparecer en las hojas más jóvenes. El hongo se observa como un polvillo blanco a grisáceo por debajo (envés) de las hojas; al principio afecta pequeñas áreas aisladas pero puede llegar a cubrir toda la superficie inferior de la hoja (Figura 14). La parte superior (haz) de las hojas puede presentar manchas de color amarillo o café donde también puede observarse el polvillo blanco – grisáceo (Figura 15).



Figura 14. Colonias de cenicilla polvorienta en el envés (abajo) de las hojas de una planta de chile.



Figura 15. Colonias de cenicilla polvorienta en el haz (arriba) de las hojas de una planta de chile.

Cuando el ataque de cenicilla polvorienta es muy severo, la planta adquiere una clorosis o amarillamiento general. Los bordes de las hojas se enrollan y se desprenden prematuramente de la planta, exponiendo

los frutos a la luz solar que puede producirles lesiones severas impidiendo su comercialización exitosa. La defoliación es más severa en condiciones de baja humedad ambiental. Es importante señalar que si la defoliación es severa, el número y tamaño de los frutos se reducirá y su sabor se verá mermado.

## **Epidemiología**

El hongo que produce esta enfermedad es favorecido por altas temperaturas (hasta 31 °C) y solo requiere de un periodo de alta humedad por dos horas para infectar otra hoja. Bajo condiciones óptimas el hongo produce una nueva generación cada cinco a diez días. El hongo es diseminado por el viento. El ataque de este patógeno producirá pérdidas más severas entre más joven sea la planta al momento de ser infectada.

## **Manejo de la enfermedad**

Debido a que este hongo afecta un gran número de plantas cultivadas y silvestres, la práctica de coleccionar y destruir los restos de cultivos infectados no se recomienda para combatir la enfermedad.

El combate de la maleza alrededor y dentro de la parcela de chile puede ayudar a reducir los focos de infección cercanos a la parcela; sin embargo, esta práctica no asegura completamente que la enfermedad no se presente ya que el hongo es transportado por el viento y puede arribar a una parcela de chile a pesar de contar con un buen manejo de la maleza.

No existen variedades de chile para secado con altos niveles de resistencia a la cenicienta polvoriento, por lo que el manejo preventivo de

la enfermedad depende de la aplicación de fungicidas a base de azufre en dosis de tres a cinco kg/ha. Otros fungicidas recomendados en la Región Lagunera (Chew *et al.*, 2008) se mencionan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Fungicidas sugeridos para el manejo de la cenicienta polvoriento del chile para secado.

<b>Producto</b>	<b>Dosis/Ha</b>	<b>Observaciones</b>
Clorotalonil (Bravo 500)	3.0 – 5.0 l	Repetir las aspersiones a intervalos de siete días. Bajo condiciones severas de la enfermedad acortar el intervalo
Benomil (Benlate)	0.3 – 0.5 kg	Repetir las aplicaciones a intervalos de 7 a 15 días.
Triamidedon (Bayleton)	0.35 – 0.5 Kg	Iniciar las aplicaciones con la dosis baja. Si la infección ya se encuentra establecida emplear la dosis mayor
Boscalid + pyraclostrobin (Cabrio)	0.8 kg	
Myclobutanil (Rally 400)	114 – 228 g	
Ester metil ácido (Flint)	25 – 50 g/100 litros de agua.	

Chew *et al.* (2009) revelaron que la incidencia y severidad de la cenicienta polvoriento fue menor en plantas de chile Mirasol cuando se llevó a cabo un programa de aspersión de fungicidas que incluía tres aplicaciones de azufre y cuatro de Boscalid + Pyroclastrobin. En

Argentina, Mitidieri *et al.* (2010) señalan que cuando se aplica en forma preventiva, es decir antes de que se detecten las primeras colonias de la enfermedad, el fungicida Triadimefon PM puede lograr un buen control de la enfermedad en el cultivo de chile bajo cubierta.

La efectividad de esas aspersiones dependerá, en gran medida, de la detección temprana de la enfermedad (buscar las colonias blanco-grisáceas del hongo en el envés de las hojas más viejas de la planta) y de la cobertura del follaje que proporcione la aspersión. Cuando se emplean fungicidas de contacto como el Clorotalonil es necesario que se deposite directamente sobre las colonias del hongo; si el fungicida no cae sobre las colonias del hongo que se encuentran por debajo de las hojas no se logrará detener la enfermedad.

## **MANCHA BACTERIANA**

Esta enfermedad se ha mencionado en algunas zonas productoras de chile de México (Nayarit y Sinaloa) desde la década de 1980 (Quiñones, 1980) y más recientemente en otras áreas como Michoacán (Vidales y Alcántar, 1996). En Zacatecas la enfermedad es frecuente en ciclos lluviosos.

El responsable de esta enfermedad es la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye., la cual puede infectar todas las partes aéreas de la planta. Al inicio de la epidemia, la bacteria provoca pequeñas manchas de color café y aspecto húmedo, de contorno redondeado a irregular (Figura 16). Si existen condiciones de alta humedad y temperatura las lesiones toman un color negro y un aspecto grasoso. Estas lesiones en las hojas pueden crecer y fusionarse con lo que el resto de la lámina foliar toma una coloración amarilla.



Figura 16. Hojas de chile mostrando lesiones de color café y bordes irregulares típicas de mancha bacteriana.

La bacteria es transmitida dentro o en la superficie de la semilla, donde puede sobrevivir hasta por 16 meses; también puede sobrevivir en el suelo, sobre restos no descompuestos de plantas infectadas, en plantas de chile voluntarias (aquellas que se abandonan en los almacigos o en la orilla de las acequias) e infectando maleza en el campo.

El patógeno puede penetrar a la planta a través de los estomas u otras aberturas naturales, por heridas provocadas por partículas de suelo que impulsa el viento o por lesiones causadas por insectos. Dentro de una parcela, la bacteria puede ser diseminada por el roce de hojas infectadas con otras sanas, sobre todo en presencia de lluvia o rocío y viento (Carrillo, 1990).

## **Manejo de la enfermedad**

La mancha bacteriana puede ser un problema más grave en plántulas de chile producidas en invernadero o en almácigos tradicionales que permanecen con un exceso de humedad en el suelo y cubiertos por periodos prolongados, por lo que se sugiere la inspección continua de las plántulas y en caso de encontrar síntomas de la enfermedad la aspersión de un antibiótico como la estreptomina en dosis de 85 g por cada 100 litros de agua.

Una vez que la enfermedad se presenta después del trasplante se sugiere el empleo de productos a base cobre combinados con fungicidas como Maneb. El empleo continuo de productos cúpricos únicamente puede conducir a la aparición de cepas resistentes a este tipo de bactericidas (Cerkaskas, 2004; Sanogo y Clary, 2008). Se han reportado problemas de toxicidad cuando se emplean productos a base de cobre aunque esto parece ocurrir cuando esos bactericidas se aplican sobre la superficie húmeda de las plantas y permanecen ahí por periodos prolongados.

Una consideración importante al utilizar productos a base de cobre es que el pH de la solución de aspersión no debe ser menor a 6.5, sino conservarse en un rango de 6.5 a 9.0.

Se debe practicar la rotación de cultivos por dos a tres años, incluyendo plantas que no son infectadas por esta bacteria como los cereales o leguminosas. Además se deben eliminarlas malezas, especialmente las de la familia de las Solanáceas y de hoja ancha, dentro y alrededor de la parcela, así como las plantas voluntarias de chile o jitomate.

Esta enfermedad es más severa cuando las plantas de chile se encuentran deficientes en nutrientes como nitrógeno o potasio por lo que se sugiere utilizar las dosis máximas de fertilización recomendadas (Cerkaskas, 2004).

Se recomienda también evitar la entrada a una parcela mientras exista humedad en el follaje, esto es principalmente en las primeras horas de la mañana, aún cuando sea para realizar una aspersión de bactericidas, especialmente si se emplea una bomba motorizada que dispersará la bacteria en la parcela. Por otro lado, es aconsejable incorporar los residuos del cultivo inmediatamente después del último corte para evitar que la bacteria sobreviva en ellos.

## **ENFERMEDADES PROVOCADAS POR VIRUS Y FITOPLASMAS**

La presencia en México de enfermedades virales en el cultivo de chile se registró en la región de La Huasteca en la década de 1960; en la actualidad, afectan la calidad del fruto así como el rendimiento en todas las áreas productoras del país, con niveles de infección que varían de 20 a 100% de daño (Urías y Alejandre, 1999).

En las áreas productoras de chile para secado del norte centro de México se ha identificado mediante técnicas serológicas (ELISA) y de biología molecular (PCR) la presencia de algunos virus y fitoplasmas, por lo que enseguida se describen brevemente algunos aspectos importantes de cada uno de ellos y finalmente se proporciona una guía para el manejo de esta clase de enfermedades.

Es conveniente definir rápidamente algunos conceptos importantes alrededor de esta clase de enfermedades; un virus es una partícula infectiva de menor tamaño que una bacteria que es capaz de

multiplicarse dentro de una célula vegetal mientras que un fitoplasma es una bacteria que carece de una pared celular que vive en el floema (los vasos que conducen la savia) dentro de las plantas. Aunque algunos virus pueden transmitirse por semilla o mecánicamente, la mayoría de ellos así como los fitoplasmas requieren de un organismo, llamado vector, que los lleve de plantas enfermas a plantas sanas. En la mayoría de los casos este vector es un insecto como los pulgones o áfidos, mosquitas blancas o chicharritas.

Se ha reportado la presencia de diferentes virus y fitoplasmas en parcelas comerciales y almácigos tradicionales de Chile para secado en el norte centro de México (Velásquez-Valle *et al.*, 2008; Velásquez *et al.*, 2009; Velásquez-Valle *et al.*, 2012a; Velásquez-Valle *et al.*, 2013); es probable que nuevas investigaciones revelen la presencia de otros patógenos virales y fitoplasmas en esta región; sin embargo, a continuación se proporciona información relevante de cada uno de los virus o fitoplasmas detectados en Zacatecas y al final se agrega una guía para el manejo de este tipo de enfermedades.

### **Virus del mosaico del pepino (*Cucumber mosaic virus: CMV*)**

Este virus se encuentra distribuido en la mayor parte de las áreas productoras de Chile en México donde la incidencia es elevada; de 83% en Veracruz a 90% en Jalisco y 100% en Sinaloa (Robles-Hernández *et al.*, 2010). Este patógeno pertenece a la familia Bromoviridae y al género *Cucumovirus*.

Los síntomas provocados por este virus son extremadamente variables e incluyen un mosaico que inicia en la base de la hoja así como una distorsión de la misma. En las hojas más viejas que presentan un color amarillo pueden aparecer anillos característicos de color verde. La

infección por CMV puede ocasionar defoliación, necrosis en los puntos de crecimiento de plantas jóvenes, síntoma conocido como “chamusquina”, y aborto de flores. En los frutos se pueden desarrollar deformaciones, anillos concéntricos, cloróticos o necróticos, su superficie es rugosa y su coloración es opaca.

Este virus es transmitido por medio de pulgones como *Myzus persicae* Sulz. y *Aphis gossypii* Glover. El CMV se ha encontrado en la cáscara y endospermo de la semilla de chile; se transmite mecánicamente (manos de los trabajadores y herramientas) y por medio de la savia. La maleza ha sido reportada en diversas partes del mundo como hospedera de este virus; *Solanum eleagnifolium* (Cav.) y *Convolvulus arvensis* (L.) en Nuevo México, EUA y *Amaranthus retroflexus* (L.), *Portulaca oleracea* (L.) , *Gallinsoga parviflora* (L.) y *Borrago officinalis* (L.) en el sur de Italia han sido señaladas como hospederas del CMV (Rodríguez-Alvarado y Liddell, 1993; Conti *et al.*, 2000).

### **Virus Y de la papa (*Potato virus Y: PVY*)**

El PVY posee una distribución global aunque es más común en las regiones cálidas donde se produce chile; pertenece al género *Potyvirus* y a la familia *Potyviridae*.

Los síntomas más comunes en plantas de chile son un aclaramiento sistémico de las venas, el cual se transforma en un mosaico o moteado o hacia un bandeado de color verde oscuro en las hojas. En ocasiones se observa una necrosis del pecíolo y de las venas. Al avanzar la enfermedad se pueden observar otros síntomas como la necrosis del tallo y yemas apicales, defoliación y la muerte de la planta. En el fruto se puede observar la formación de manchas necróticas o mosaico así como deformación. Otros síntomas asociados con la infección por PVY

incluyen enanismo, distorsión foliar y aborto de flores (Luis-Arteaga y Ponz, 2003; Black *et al.*, 1991).

No se ha reportado la transmisión del PVY por medio de la semilla, polen o por contacto; la única forma de diseminación es mediante áfidos; el género *Aphis* no coloniza las plantas de Chile pero puede tener un papel importante en la dispersión primaria del virus en tanto que *M. persicae* que sí coloniza las plantas de Chile, se encargaría de la diseminación secundaria (dentro de una parcela) del PVY.

### **Virus del moteado del Chile (*Pepper mottle virus: PepMoV*)**

Según Murphy y Zitter (2003), la distribución del PepMoV se encontraría limitada a los países occidentales, principalmente en Estados Unidos, México y Centro América; este patógeno pertenece al género *Potyvirus* dentro de la familia *Potyviridae*.

Las plantas de variedades susceptibles desarrollan un moteado foliar severo el cual es frecuentemente acompañado por venas de color verde y deformación foliar. Los frutos de plantas infectadas también pueden sufrir deformaciones. En plantas adultas de la variedad Tabasco infectadas con PepMoV se pueden observar anillos necróticos en los tallos y frutos; también ocurre una defoliación y los nuevos crecimientos muestran un mosaico y son distorsionados (Black *et al.*, 1991).

Este virus es transmitido de manera no persistente por adultos y ninfas de *M. persicae*, considerada como la especie más eficiente para la transmisión de este patógeno (Robles-Hernández *et al.*, 2010).

## **Virus del mosaico del tabaco (*Tobacco mosaic virus*: TMV)**

Este virus, que pertenece al género *Tobamovirus* y posee forma de bastón, carece de importancia económica en México (Pérez y Rico, 2004), aunque se le ha encontrado consistentemente en parcelas comerciales de chile en el norte centro de México (Velásquez-Valle *et al.*, 2012a).

Los síntomas causados por el TMV son aclaramiento pronunciado de las venas en hojas jóvenes que suelen presentar ampollamientos, mosaicos y clorosis. Ocasionalmente puede observarse una necrosis sistémica y defoliación; las plantas afectadas en sus primeras etapas de desarrollo muestran enanismo y los frutos producidos en las plantas infectadas pueden ser deformes o de menor tamaño, así como presentar áreas cloróticas o necróticas y maduración irregular (Velásquez y Amador, 2009).

Las principales fuentes de inóculo de TMV son la semilla y residuos provenientes de plantas infectadas; el TMV puede permanecer viable en residuos de plantas en suelo seco por varios años. Este virus puede distribuirse en toda la planta de cultivares susceptibles y puede estar presente sobre y debajo de la cubierta de la semilla así como en el endospermo. La transmisión del TMV puede realizarse por medio de cualquier objeto que tenga contacto directo con plantas o residuos infectados como el paso de maquinaria agrícola o el contacto de trabajadores (manos o ropa) con plantas enfermas y su posterior contacto con plantas sanas, durante el manejo de plántulas (macetas, charolas) (Himmel, 2003).

### **Virus del jaspeado del tabaco (*Tobacco etch virus*: TEV)**

El TEV pertenece al género *Potyvirus* incluido en la familia *Potyviridae*, el cual ha sido señalado como responsable de pérdidas en el rendimiento cercanas al 70% en los Estados Unidos de América (Himmel, 2003) mientras que su presencia se ha constituido en un factor limitante en algunos países centroamericanos (CATIE, 1993).

De acuerdo con Pérez y Rico (2004), los síntomas asociados a la infección por TEV en plantas de chile serrano incluyen la sinuosidad de la vena central, bandeado de hojas y necrosis; las plantas infectadas por TEV al inicio del ciclo de desarrollo pueden mostrar enanismo, frutos pequeños, amarillentos y malformados que reducen sensiblemente el rendimiento.

La diseminación de este virus ocurre por medio de semilla, mecánicamente y por áfidos o pulgones, entre los que destaca *M. persicae*; la adquisición del virus de una planta enferma y la inoculación a una planta sana pueden tomar solamente 10 segundos y los pulgones pueden permanecer infectivos hasta por cuatro horas. Algunas malas hierbas de los géneros *Solanum* spp. y *Chenopodium* spp., así como otros cultivos como el jitomate pueden servir como fuente del virus (Velásquez y Amador, 2009; Robles-Hernández, 2010).

### **Virus de la marchitez manchada del jitomate (*Tomato spotted wilt virus*: TSWV)**

Este virus pertenece a la familia *Bunyaviridae* y es capaz de infectar especies cultivadas de gran importancia económica en la región, además del chile para secado, como el jitomate, tomatillo, frijol, coliflor, pepino y lechuga entre otros; a nivel mundial, se ha registrado su

infección en más de 900 especies distribuidas en 80 familias, incluyendo mono y dicotiledóneas (Jae-Hyun *et al.*, 2004).

Las hojas de las plantas infectadas por este virus pueden mostrar síntomas como mosaicos, deformación, manchas anilladas o cloróticas; las plantas afectadas son de menor tamaño y pueden sufrir defoliación y aborto de flores. La enfermedad es más notoria en los frutos próximos a madurez aunque los frutos verdes pueden manifestar pequeñas manchas decoloradas. Los frutos rojos infectados exhiben manchas amarillas que nunca toman el color rojo del resto del fruto y frecuentemente desarrollan también manchas cloróticas o necróticas a la vez que se deforman (Figura 17) (Velásquez *et al.*, 2009).



Figura 17. Fruto de chile mirasol mostrando los anillos concéntricos de diferente color típicos de la infección por TSWV.

En el campo la enfermedad es transmitida de planta a planta casi exclusivamente por algunas especies de trips pertenecientes al género *Frankliniella*; en Zacatecas se ha identificado la presencia de *F. occidentalis* (Pergande) en las flores de diferentes tipos de chile (Beltran *et al.*,2011). Esta especie de trips se considera como el principal vector del TSWV.

### **Virus del mosaico dorado del chile (*Pepper golden mosaic virus: PepGMV*)**

Se piensa que el PepGMV es un complejo de genotipos pertenecientes al género *Begomovirus* dentro de la familia *Geminiviridae* que ocurren individualmente o en mezclas, aunque posteriormente se demostró que tres aislamientos de este virus denominados PepGMV-Ser (mosaico dorado brillante), PepGMV-Mo (mosaico verde amarillento) y PepGMV-D (mosaico moderado, distorsión foliar seguidos por brotaciones aparentemente normales) pueden ser considerados como razas distintas del PepGMV con capacidad para intercambiar material genético (Brown, 2003b; Brown *et al.*, 2005).

Los síntomas provocados por este virus en plantas de chile varían en función de los genotipos del virus presentes, desde un mosaico de color amarillo opaco hasta un mosaico dorado brillante (Figura 18), se presenta distorsión de las venas en las hojas, deformación de las hojas y enanismo; si la infección ocurre en etapas tempranas de desarrollo de la planta, los frutos obtenidos serán deformes y escasos, sin embargo, la sintomatología puede cambiar ampliamente entre especies y cultivares de chile (Brown, 2003b; Carrillo-Tripp *et al.*, 2007).



Figura 18. Planta de chile mostrando un mosaico brillante y hojas distorsionadas, características de la infección por Begomovirus.

Los miembros de este complejo viral no se transmiten por medio de la semilla pero son diseminados por medio de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) de manera persistente hasta por lo menos 10 días después de su exposición a una planta infectada, aunque es posible que lo pueda transmitir por el resto de su vida.

**Virus huasteco de la vena amarilla (*Pepper huasteco yellow vein virus: PHYVV*)**

La presencia de este virus y el PepGMV en las parcelas localizadas en la frontera entre EUA y México es frecuente pero no se dispone de información acerca del impacto de su infección en el rendimiento. En Zacatecas su presencia inicial se registró en 2011 en plantas de chile

con infecciones mixtas de este patógeno y PepGMV (Brown, 2003a; Recendez *et al.*, 2011)

El PHYVV pertenece al género *Begomovirus* en la familia *Geminiviridae*, es transmitido de manera persistente por la mosquita blanca *B. tabaci* e infecta plantas dicotiledóneas.

Las plantas de chile inoculadas con este patógeno presentan enanismo; las venas toman una coloración amarillo brillante mientras que las hojas exhiben un mosaico difuso y el número de frutos es reducido (Brown, 2003a). La infección mixta de PHYVV y PepGMV conduce a la producción de síntomas más severos que los observados en infecciones con uno solo de estos virus (Rentería-Canett *et al.*, 2011).

#### **Virus moderado de la punta rizada del betabel (*Beet mild curly top virus*: BMCTV)**

Uno de los agentes causales de esta enfermedad es un geminivirus (*Beet curly top virus*) perteneciente al género *Curtovirus* en la familia *Geminiviridae*. De acuerdo con Chen *et al.* (2011) se han identificado por lo menos siete especies de curtovirus, basados en la secuencia del genoma y propiedades biológicas como rango de hospederas y severidad de síntomas. Las especies en el Nuevo Mundo incluyen *Beet curly top virus* (BCTV, la raza tipo y previamente conocida como la raza Cal/Logan de BCTV), *Beet mild curly top virus* (BMCTV, anteriormente la raza Worland de BCTV), *Beet severe curly top virus* (BSCTV, previamente la raza CFH de BCTV), *Horseradish curly top virus* (HrCTV), *Pepper yellow dwarf virus* (PeYDV), *Spinach curly top virus* (SCTV). En Zacatecas y Chihuahua, México se han reportado las variantes BMCTV y BSCTV infectando plantas de chile para secado y

jalapeño respectivamente (Velásquez-Valle *et al.*, 2008; Robles-Hernández *et al.*, 2011).

Las plantas de chile afectadas por esta enfermedad son achaparradas (entrenudos cortos), con un aspecto de arbusto y el follaje muestra una coloración verde pálido que contrasta con el color verde intenso de plantas sanas. También presentan hojas generalmente más largas y anchas que las de plantas normales; estas hojas son de consistencia coriácea y más gruesas que las de plantas sanas (Figura 19).



Figura 19. Planta de chile con síntomas iniciales de amarillamiento.

El virus, que tiene un amplio rango de hospederos, es transmitido en climas áridos y semi áridos por dos especies de chicharritas denominadas *Neolaliturus tenellus* {(previamente *Circulifer tenellus*

(Baker)} en Estados Unidos de América y *C. opacipennis* (Leth) en el Mediterráneo (Creamer, 2003).

En Aguascalientes y Zacatecas se confirmó la presencia de la chicharrita durante el invierno en manchones de maleza y aún en parcelas de alfalfa (Velásquez-Valle *et al.*, 2012b). Durante el mismo estudio también confirmo la presencia del BMCTV en el invierno en maleza regional como *Eruca sativa*, *Reseda* spp., *Chenopodium* spp. y *Solanum rostratum* L. La presencia de patógeno y vector en la región durante el invierno podría asegurar el inicio de la epidemia de amarillamiento con el establecimiento del cultivo de chile en el siguiente ciclo de cultivo.

## **Fitoplasmas**

Los denominados fitoplasma son bacterias diminutas que carecen de pared celular y que habitan en el floema, los vasos conductores, de las plantas (Lee *et al.*, 1998).

En México la infección de plantas de chile por estos patógenos ha sido mencionada en el estado de Baja California Sur; es importante señalar que en las mismas plantas donde se han detectado fitoplasmas también se han encontrado begomovirus como el PepGMV (Lebsky y Poghosyan, 2007; Lebsky *et al.*, 2011). En Sinaloa, México se detectó y caracterizó una cepa de fitoplasma denominada PeLL (Pepper little leaf) que pertenecería al grupo '*Candidatus Phytoplasma Asterix*' (Santos-Cervantes *et al.*, 2008).

Algunas plantas de chile que presentan amarillamientos ligeros, sin enanismo pueden mostrar otros síntomas como la elongación o fusión de los sépalos de la flor; algunas veces el resto de la estructura floral

desaparece pero también es común encontrarla sin desarrollar entre los sépalos elongados (Figuras 20 y 21). Estas estructuras modificadas pueden afectar una sola flor o varias de ellas en una sola rama; esta deformación se ha reportado con el nombre de brote grande en diversas partes del mundo aunque en el norte centro de México ha recibido el nombre de “farol chino” (Velásquez *et al.*, 2011).



Figura 20. Sépalos elongados de una flor formando la estructura denominada “farol chino”.



Figura 21. Presencia de faroles chinos en ramas de chile manualmente defoliadas para mostrar el efecto de la enfermedad.

Otro grupo de síntomas observado en el norte centro de México y que se ha denominado “hoja pequeña” involucra el tamaño reducido y aspecto compactado del follaje en la parte terminal o más joven de las plantas (Figura 22). En Sinaloa, México también se observó la incidencia de proliferación de brotes y hoja pequeña en plantas de chile infectadas por estos patógenos (Santos Cervantes *et al.*, 2008). La producción de flores y frutos en este tipo de plantas continúa pero la mayoría son derribados en poco tiempo.



Figura 22. Planta de chile mostrando follaje clorótico, de tamaño reducido y aspecto compactado.

### **Guía para el manejo de enfermedades causadas por virus y fitoplasmas**

Actualmente no hay productos químicos que controlen este tipo de enfermedades, una vez que uno o más virus infectan una planta. Por consiguiente, las estrategias de manejo están diseñadas para prevenir o bien retrasar al máximo las infecciones virales.

El empleo de plántulas sanas de chile es esencial en el manejo de la enfermedad; por lo tanto, el invernadero donde se produce la plántula debe contar con malla anti-insectos (400-mesh).

Se sugiere eliminar tan pronto como aparezcan en el campo las plantas con cualquiera de los síntomas descritos anteriormente. Estas plantas

deberán quemarse fuera de la parcela y esta práctica deberá repetirse regularmente durante el ciclo de cultivo.

Es importante conservar la parcela de chile y sus alrededores libres de maleza, para evitar que se alberguen en ella los virus y los insectos vectores que eventualmente pueden afectar al cultivo de chile. En Aguascalientes y Zacatecas la eliminación de la maleza puede tener un mayor impacto cuando se realiza durante el invierno, especialmente en el caso de los virus no persistentes, ya que de esta manera se puede reducir el riesgo de infección en la primavera, durante la época de trasplante. Otra alternativa consiste en que, previo al trasplante, realizar una aplicación de herbicida alrededor de la parcela a trasplantar para eliminar las potenciales malas hierbas hospederas del virus y su vector; en la aspersión se deben incluir los canales de irrigación (Conti *et al.*, 2000).

Se sugiere el empleo de barreras de cereales como maíz o sorgo alrededor de la parcela de chile o bien en los puntos de llegada de los vectores, que generalmente coinciden con la dirección de los vientos dominantes de la región. Estas barreras servirán para retrasar la llegada y/o reducir el nivel de inóculo en las poblaciones de pulgones u otros vectores con capacidad de transmitir virus del tipo no persistente, que intenten alcanzar las plantas de chile.

Para el manejo de vectores, tanto de virus persistentes como no persistentes, se sugiere el empleo de cartulinas amarillas impregnadas con un pegamento (Stick-em) para captura adultos. Estas cartulinas pueden ser colocadas 50 cm por encima del cultivo en la orilla de la parcela, con la cara que tiene el pegamento, orientada hacia la dirección del viento dominante. Las cartulinas deben colocarse poco después del

trasplante del cultivo. También se pueden utilizar bandas de color amarillo de 0.5 a 1.0 m de ancho impregnadas con pegamento, extendidas a lo largo de la zona con mayor probabilidad de llegada de vectores.

La aplicación de insecticidas a las parcelas de chile es de poca utilidad ya que los insectos vectores son capaces de transmitir el virus antes de ser eliminados.

## LITERATURA CITADA

- Beltran, B.M., Velásquez, V.R. y Reveles, H.M.** 2011. Avances de investigación en la bioecología de trips en Chile (*Capsicum annuum* L.) en Zacatecas. *Agrofaz* 11:7-12.
- Black, L.L., Green, S.K., Hartman, L.G., and Poulos, M.J.** 1991. Pepper diseases. A field guide. Asian Vegetable Research and Development Center. AVRDC Publication No. 91-347. 98 p.
- Bravo, L.A.G., Lara, H.A., Lozano, J.G. y España, L.M.P.** 2010. Importancia del cultivo del Chile. Pp. 1-12. *In: Memorias. 1<sup>er</sup> Foro para productores de Chile.* Zacatecas, Zacatecas, México. 186 p.
- Brown, J.K.** 2003a. *Pepper huasteco yellow vein virus.* *In: Compendium of pepper diseases.* Ed. by K. Pernezny, P.D. Roberts, J. F. Murphy, and N. P. Goldberg. The American Phytopathological Society. St. Paul, MN, USA. P. 32.
- Brown, J.K.** 2003b. *Pepper golden mosaic virus.* *In: Compendium of pepper diseases.* Ed. by K. Pernezny, P.D. Roberts, J. F. Murphy, and N. P. Goldberg. The American Phytopathological Society. St. Paul, MN, USA. P. 31- 32.
- Brown, J.K., Idris, A.M., Ostrow, K.M., Goldberg, N. French, N., and Stenger, D.C.** 2005. Genetic and phenotypic variation of the *Pepper golden mosaic virus* complex. *Phytopathology* 95:1217-1224.
- Carrillo, F.A.J.** 1990. Mancha bacteriana del Chile. *In: Primer taller sobre enfermedades de hortalizas.* XVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, A. C.

- Carrillo-Tripp, J., Lozoya-Gloria, E., and Rivera-Bustamante, R.F.** 2007. Symptom remission and specific resistance of pepper plants after infection by *Pepper golden mosaic virus*. *Phytopathology* 97:51-59.
- CATIE.** 1993. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile dulce. Serie Técnica. Informe Técnico No. 201. Turrialba, Costa Rica. Editorama, S.A. San José, Costa Rica. 143 p.
- Cerkauskas, R.** 2004. Bacterial spot. Pepper diseases. AVRDC Fact Sheet. Publication 04-572. 2 p.
- Chen, L. -F., Vivoda, E., and Gilbertson, R.L.** 2011. Genetic diversity in curtoviruses: a highly divergent strain of *Beet mild curly top* associated with an outbreak of curly top disease in pepper in Mexico. *Archives of Virology* 156:547-555.
- Chew, M.I.Y., Vega, P.A., Palomo, R.M. y Jiménez, D.F.** 2008. Principales enfermedades del chile (*Capsicum annuum* L.). Folleto Técnico Num. 15. Campo Experimental La Laguna – INIFAP. Torreón, Coahuila, México. 32 p.
- Chew, M.I.Y., Gaytán, M.A. y Palomo, R.M.** 2009. Control químico de la cenicilla (*Leveillula taurica* (Lév) G. Arnaud) del chile (*Capsicum annuum* L.). *Agrofaz* 9:151-155.
- Chew, M.I.Y., Gaytán, M.A. y Palomo, R.M.** 2010. Control químico de la marchitez del chile (*Capsicum annuum* L.). *Agrofaz* 10:369-373.
- Conti, M., Gallitelli, D., Lisa, V., Lovisolo, O., Martelli, G.P., Ragozzino, A., Rana, G.L. y Vovias, C.** 2000. Principales virus

de las plantas hortícolas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 206 p.

**Creamer, R. 2003.** *Beet curly top virus*. In: Compendium of pepper diseases. Ed. by K. Pernezny, P.D. Roberts, J. F. Murphy, and N. P. Goldberg. The American Phytopathological Society. St. Paul, MN, USA. P. 26 -27.

**Galván-Lamas, J.R., Tapia-Ramos, E. y Ramírez-Trejo, C.A. 2006.** Evaluación del Previcur N para el control de damping-off (*Pythium* spp. y *Phytophthora capsici*) en plántulas de chile jalapeño. Memorias XXXII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. C-84.

**Himmel, T.P. 2003.** *Tobacco mosaic virus* and *Tomato mosaic virus*. Pp. 38-39. In: Compendium of pepper diseases. (Ed. by K. Pernezny, P.D. Roberts, J.F. Murphy, and N.P. Goldberg). The APS Press. St. Paul, MN, USA. 63 p.

**Jae-Hyun, K., Gug-Seoun, C., Jeong-Soo, K., and Jang-Kyung, C. 2004.** Characterization of *Tomato spotted wilt virus* from paprika in Korea. The Plant Pathology Journal 20:297-301.

**Lebsky, V. and Poghosyan, A. 2007.** Phytoplasma associated diseases in tomato and pepper in the state of BCS, Mexico: a brief overview. Bulletin of Insectology 60:131-132.

**Lebsky, V., Hernández-González, J., Arguello-Astorga, G., Cárdenas-Conejo, Y., and Poghosyan, A. 2011.** Detection of phytoplasmas in mixed infection with begomoviruses: a case

study of tomato and pepper in Mexico. *Bulletin of Insectology* 64:S55-S56.

**Lee, I.-M., Gundersen-Rindal, D.E., and Bertaccini, A.** 1998. Phytoplasma: Ecology and genomic diversity. *Phytopathology* 88:1359-1366.

**Luis-Arteaga, M. and Ponz, F.** 2003. *Potato virus Y*. Pp. 35 – 36. *In:* Compendium of pepper diseases. (Ed. by K. Pernezny, P.D. Roberts, J.F. Murphy, and N.P. Goldberg). The APS Press. St. Paul, MN, USA. 63 p.

**Mitidieri, M., Strassera, M.E., Amoia, P. y Martínez, Q.O.** 2010. Evaluación de fungicidas para el control de oidiopsis (*Leveillula taurica* (Lév.) Arn.) en el cultivo de pimiento bajo cubierta. *Horticultura Argentina* 29:5-9.

**Murphy, J.F. and Zitter, A.T.** 2003. *Pepper mottle virus*. Pp. 33-34. *In:* Compendium of pepper diseases. (Ed. by K. Pernezny, P.D. Roberts, J.F. Murphy, and N.P. Goldberg). The APS Press. St. Paul, MN, USA. 63 p.

**Noling, W.J.** 2009. Nematode management in tomatoes, peppers and eggplant. IFAS Extension. University of Florida. ENY-032. 15 p.

**Pérez, M.L. y Rico, E.** 2004. Virus fitopatógenos en cultivos hortícolas de importancia económica en el estado de Guanajuato. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad de Guanajuato. Offset Libra. México, D.F. 143 p.

**Quiñones, F.J.A.** 1980. Enfermedades de los principales cultivos del estado de Nayarit . Circular CIAPAN No. 94. Campo Agrícola

Experimental “Santiago Ixcuintla”. CIAPAN INIA. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 60 p.

**Recendez, A.M.M., Carrillo, T. J., Sánchez, V.S., Rivera, B.R.F., Alvarado, R.M. y Fraire, V.S.** 2011. Geminivirus, cucumovirus e infecciones mixtas en *Capsicum annuum* L. en Zacatecas. Memorias de resúmenes del XIV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, A. C. p. 167.

**Redondo, J.E.** 1977. El ahogamiento o damping-off en los almácigos establecidos en el Bajío. Desplegable 67. Campo Agrícola Experimental Bajío – INIA.

**Rentería-Canett, I., Xoconostle-Cázares, B., Ruiz-Medrano, R., and Rivera-Bustamante, R.F.** 2011. Geminivirus mixed infection on pepper plants: synergistic interaction between PHYVV and PepGMV. *Virology Journal* 8:104.

**Robles-Hernández, L., González-Franco, A.C., Gill-Langarica, E.M., Pérez-Moreno, L. y López-Díaz, J.C.** 2010. Virus fitopatógenos que afectan al cultivo de chile en México y análisis de las técnicas de detección. *Tecnociencia Chihuahua* IV:72-86

**Robles-Hernández, L., González-Franco, A.C., Gill-Langarica, E.M., Sago, C., Nikolaeva, O.V., and Karasev, A.V.** 2011. First report of *Beet severe curly top virus* in jalapeño pepper in Chihuahua, Mexico. *Plant Disease* 95:778.

**Rodríguez-Alvarado, G. and Liddell, C.M.** 1993. Identification and distribution of pepper viruses in New Mexico. Abstracts of Presentations. American Phytopathological Society. P. 1372.

- Sanogo, S. and Carpenter, J.** 2006. Incidence of Phytophthora blight and Verticillium wilt within chile pepper fields in New Mexico. Plant Disease 90:291-296.
- Sanogo, S. and Clary, M.** 2008. Bacterial leaf spot of chile pepper: a short guide for growers. New Mexico State University. New Mexico Chile Association. Report 30. 8 p.
- Santos-Cervantes, M.E., Chávez-Medina, J.A., Méndez-Lozano, J., and Leyva-López, N.E.** 2008. Detection and molecular characterization of two little leaf phytoplasma strains associated with pepper and tomato diseases in Guanajuato y Sinaloa, México. Plant Disease 92:1007-1011.
- Urias, M.C. y Alejandro, T.A.** 1999. Los virus y su impacto en la producción agrícola. Pp. 92-109. *In: Hortalizas. Plagas y enfermedades.* (S. Anaya R. y J. Romero N. *et al.* Eds.). Editorial Trillas. México, D. F.
- Velásquez, V.R., Medina, A.M.M. y Luna, R.J.J.** 2001. Sintomatología y géneros de patógenos asociados con las pudriciones de la raíz de chile (*Capsicum annuum* L.) en el Norte Centro de México. Revista Mexicana de Fitopatología 19:175-181.
- Velásquez-Valle, R.** 2001a. Nematodos agalladores afectando hortalizas y otros cultivos en el norte centro de México. Revista Mexicana de Fitopatología 19:107-109.
- Velásquez-Valle, R. 2001b.** 2001. Geographic and host range of *Meloidogyne* spp. in north central Mexico. Plant Disease 85:445.

- Velásquez-Valle, R., Amador-Ramírez, M.D., Medina-Aguilar, M.M. y Lara-Victoriano, F.** 2007. Presencia de patógenos en almácigos y semilla de chile (*Capsicum annuum* L.) en Aguascalientes y Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 25:75-79.
- Velásquez-Valle, R., Medina-Aguilar, M.M., and Creamer, R.** 2008. First report of *Beet mild curly top virus* infection of chili pepper in north-central Mexico. *Plant Disease* 96:650.
- Velásquez, V.R., Mena, C.J., Amador, R.M.D. y Reveles, H.M.** 2009. El virus de la marchitez manchada del jitomate afectando chile y jitomate en Zacatecas. Folleto Técnico No. 20. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 24 p.
- Velásquez, V.R. y Amador, R.M.D.** 2009. Enfermedades bióticas del ajo y chile en Aguascalientes y Zacatecas. Libro Técnico No. 9. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 181 p.
- Velásquez, V.R., Reveles, T.L.R. y Mena, J.C.** 2011. Amarillamientos del chile para secado en el norte – centro de México. Folleto Técnico No. 35. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México. 40 p.
- Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R. y Mena-Covarrubias, J.** 2012a. Incidencia y sintomatología de cinco virus en parcelas comerciales de chile seco en Aguascalientes, San Luis Potosí y Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3:381-390.

**Velasquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R., Amador-Ramírez, M.D., Medina-Aguilar, M.M. y Medina-García, G.** 2012b. Presencia de *Circulifer tenellus* Baker y *Beet mild curly top virus* en maleza durante el invierno en el norte centro de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3:813-819.

**Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R. y Reveles-Hernández, M.** 2013. Presencia de virus no persistentes en almácigos de chile y maleza invernal en Zacatecas, México. Memorias. 10<sup>A</sup> Convención Mundial del Chile. 104-109.

**Vidales, F.J.A. y Alcántar, R.J.J.** 1996. Enfermedades del chile ancho en la región de Tacámbaro-Tecario, Michoacán. Folleto para Productores Num. 1. Campo Experimental Uruapan. INIFAP. Morelia, Michoacán, México. 16 p.

**Zegbe, D.J.A., Mena, C.J., Valdez, C.R.D., Amador, R.M.D. y Esparza, F.G.** 2012. Importancia, diversidad genética y situación actual del cultivo del chile en México. Pp. 11 – 47. *In*: Cultivo del chile en México. (J.A. Zegbe D., R.D. Valdez C. y A. Lara H., Eds.) Cd. Netzahualcoyotl, Edo. de México, México. 183 p.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este folleto se publicó con el apoyo económico aportado proyecto sectorial SAGARPA-CONACYT de Chile: Mejoramiento integral de la productividad en el cultivo de Chile en México para aumentar la competitividad, mediante el incremento del rendimiento y calidad. Se agradece ampliamente a estas instituciones por los apoyos otorgados para realizar la investigación que sirvió como base para elaborar esta publicación.

## **REVISIÓN TÉCNICA Y EDICIÓN**

Dr. Guillermo Medina García  
Dr. Manuel de Jesús Flores Najera  
INIFAP Zacatecas

## **DISEÑO DE PORTADA**

Dr. Luis Roberto Reveles Torres

## **Grupo Colegiado del CEZAC**

Presidente: Dr. Jaime Mena Covarrubias  
Secretario: Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez Comisión  
Editorial y Vocal: Dr. Alfonso Serna Pérez  
Vocal: Dr. Guillermo Medina García  
Vocal: Ing. Manuel Reveles Hernández  
Vocal: Dr. Luis Roberto Reveles Torres Vocal:  
Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de  
Noviembre 2013 en la Imprenta Mejía, Calle Luis Moya No.  
622, C. P. 98500, Calera de V. R., Zacatecas, México.  
Tel. (478) 98 5 22 13

Su tiraje constó de 500 ejemplares

## **CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS**

### DIRECTORIO

**Dr. Francisco Gpe. Echavarría Cháirez**  
Vinculación

**Director de Coordinación y**

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
MC.	Nadiezhdá Y. Ramírez Cabral	Agrometeorología y Modelaje
Dr.	Manuel de Jesús Flores Nájera	Carne de Rumiantes
Dr.	Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ing.	Miguel Servin Palestina *	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ing.	José Ángel Cid Ríos	Frijol y Garbanzo
Dr.	Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
MC	Valentín Melero Meraz	Frutales
Ing.	Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
Dra.	Raquel Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
IIA.	Juan José Figueroa González *	Inocuidad de Alimentos
MC	Enrique Medina Martínez	Maíz
MC.	Francisco A. Rubio Aguirre	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Ing.	Ricardo A. Sánchez Gutiérrez	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Luis Roberto Reveles Torres	Recursos Genéticos: Forestales, Agrícolas, Pecuarios y Microbianos
Dr.	Jaime Mena Covarrubias	Sanidad Forestal y Agrícola
Dr.	Rodolfo Velásquez Valle	Sanidad Forestal y Agrícola
MC.	Blanca I. Sánchez Toledano *	Socioeconomía



[WWW.INIFAP.GOB.MX](http://WWW.INIFAP.GOB.MX)

