

LAS ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS MÁS COMUNES EN EL CHILE PARA SECADO EN AGUASCALIENTES.

RODOLFO VELÁSQUEZ VALLE, CANDELARIO SERRANO GÓMEZ,
LUIS ROBERTO REVELES TORRES, YASMIN ILEANA CHEW MADINAVEITIA.



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



30 **inifap**
ANIVERSARIO

Líder en ciencia y tecnología para el campo mexicano

Centro de Investigación Regional Norte Centro
Campo Experimental Zacatecas
Calera de V.R., Zacatecas. Diciembre 2015
Folleto técnico No. 73
ISBN: 978-607-37-0540-0

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

MTRO. JOSÉ EDUARDO CALZADA ROVIROSA
Secretario

MTRO. JORGE ARMANDO NARVÁEZ NARVÁEZ
Subsecretario de Agricultura

MTRO. RICARDO AGUILAR CASTILLO
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

MTRO. HÉCTOR EDUARDO VELASCO MONROY
Subsecretario de Desarrollo Rural

LIC. MARCELO LÓPEZ SÁNCHEZ
Oficial Mayor

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

DR. LUIS FERNANDO FLORES LUI
Director General

DR. RAÚL GERARDO OBANDO RODRÍGUEZ
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M.C. JORGE FAJARDO GUEL
Coordinador de Planeación y Desarrollo

MTRO. EDUARDO FRANCISCO BERTERAME BARQUÍN
Coordinador de Administración y Sistemas del INIFAP

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

DR. HOMERO SALINAS GONZÁLEZ
Director Regional

DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES
Director de Investigación

DR. FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ
Director de Planeación y Desarrollo

ING. RICARDO CARRILLO MONSIVÁIS
Director de Administración

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

LAS ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS MÁS COMUNES EN EL CHILE PARA SECADO EN AGUASCALIENTES

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: 978-607-37-0540-0

Primera Edición: Diciembre 2015

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:

Rodolfo Velásquez-Valle, R., Serrano-Gómez, C., Reveles-Torres L.R., Chew-Madinaveitia, Y.I. 2015 Las enfermedades causadas por virus más comunes en el Chile para secado en Aguascalientes. Folleto Técnico Núm 73. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 34 páginas.

CONTENIDO

Introducción	1
VIRUS DEL JASPEADO DEL TABACO (<i>Tobacco etch virus</i>: TEV)	3
Sintomatología	4
Epidemiología	5
VIRUS DEL MOSAICO DEL TABACO (<i>Tobacco mosaic virus</i>: TMV)	6
Sintomatología	6
Epidemiología	8
Virus del mosaico del pepino (<i>Cucumber mosaic virus</i>: CMV)	9
Sintomatología	9
Epidemiología	10
VIRUS “Y” DE LA PAPA (<i>Potato virus Y</i>: PVY)	11
Sintomatología	12
Epidemiología	13
VIRUS DEL MOTEADO DEL CHILE (<i>Pepper mottle virus</i>: PepMoV)	14
Sintomatología	14
Epidemiología	16
Presencia viral en parcelas comerciales de chile para secado en Aguascalientes	17
Manejo de las enfermedades causadas por virus en chile para secado	18
I. Prácticas de manejo tendientes a reducir el inóculo primario	19
II. Prácticas de manejo tendientes a la reducción de la dispersión	24
Literatura citada	28

LAS ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS MÁS COMUNES EN EL CHILE PARA SECADO EN AGUASCALIENTES.

Rodolfo Velásquez Valle¹
Candelario Serrano Gómez²
Luis Roberto Reveles Torres¹
Yasmin Ileana Chew Madinaveitia²

INTRODUCCIÓN

La producción de diferentes tipos de chile para secado (*Capsicum annuum* L.) es una actividad de importancia en la región norte centro de México que comprende los estados de Aguascalientes, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas, entre otros. En el ciclo de cultivo 2012, el 60% de la superficie nacional se cultivó en ésta región y se obtuvo el 55% de la producción nacional, lo que correspondió al 49% del valor total de la producción nacional (Reveles-Hernández *et al.*, 2014).

En el estado de Aguascalientes durante el ciclo 2012 se cultivaron 781 hectáreas con ésta hortaliza; con un volumen de producción de

¹ Investigadores de los Programas de Fitopatología y Biología Molecular del Campo Experimental Zacatecas.

² Investigador del Programa de Fitopatología del Campo Experimental Pabellón

³ Investigadora del Programa de Fitopatología del Campo Experimental La Laguna.

12, 700 toneladas y un valor cercano a los 60 millones de pesos. La siembra y producción nacional de chile para secado ha sufrido un fenómeno de migración al moverse de una región a otra; este movimiento se ha atribuido principalmente a la severidad de las enfermedades de la raíz que limitan la productividad del cultivo; de ésta manera, la migración del cultivo ha involucrado a los estados de Puebla a Guanajuato y de éste último a Zacatecas y Durango (Reveles-Hernández *et al.*, 2014); es probable que en ésta fase más reciente el cambio haya involucrado a Aguascalientes que había reportado hasta 2,500 hectáreas dedicadas al cultivo de chile para secado.

Durante el proceso de producción del chile para secado se presentan condiciones ambientales que facilitan el desarrollo de enfermedades que abaten la calidad y rendimiento del producto; en Aguascalientes se presentan en forma endémica enfermedades foliares como la cenicilla polvorienta (*Oidiopsis* spp.) y de la raíz como la secadera o marchitez causada principalmente por *Phytophthora capsici* Leo. No obstante, se ha registrado un aumento en la prevalencia de enfermedades con características de las infecciones virales. Un estudio (Velásquez-Valle *et al.*, 2012) demostró la incidencia de por lo menos cinco virus transmitidos por áfidos o pulgones en las parcelas comerciales de chile de Aguascalientes. Las enfermedades provocadas por virus son difícilmente identificables en el campo y sus síntomas son

frecuentemente confundidos con daños provocados por factores abióticos como excesos de fertilización, exceso o falta de agua, alta o baja temperatura, entre los más comunes por lo que se requiere de técnicas serológicas o moleculares para su correcta identificación además del conocimiento del cultivo. Por lo tanto el objetivo de ésta publicación consiste en dar a conocer la información relevante de los virus identificados en parcelas comerciales de Aguascalientes y describir sus principales medidas de manejo.

El principal medio de diseminación de estos virus son los pulgones o áfidos que se conocen como vectores por su capacidad de llevar los virus de plantas enfermas a plantas sanas o de volver a infectar la misma planta.

Sin embargo, la capacidad de los pulgones para conservar los virus es muy limitada por lo que estos patógenos se conocen como virus no persistentes, en cambio pueden adquirirlos e inocularlos en periodos de tiempo muy cortos (segundos), lo que hace casi inefectivos a los insecticidas.

VIRUS DEL JASPEADO DEL TABACO (*Tobacco etch virus: TEV*)

El TEV pertenece al género *Potyvirus* perteneciente a la familia *Potyviridae* e infecta a plantas de la familia *Solanaceae* en Norte y

Sur América. De acuerdo con Reddick (2003), la incidencia de los síntomas de éste virus puede llegar a 100% con pérdidas de hasta el 70%; aunque el chile, jitomate y tabaco son los principales cultivos afectados, el TEV puede infectar alrededor de 120 especies de plantas pertenecientes a 19 familias de dicotiledóneas. Se ha reportado la existencia de diferentes razas del patógeno cuyas diferencias se fundamentan en su capacidad para atacar diferentes materiales de chile (Reddick, 2003; Nuez *et al.*, 2003).

Sintomatología

La sinuosidad de la vena central de las hojas (Figura 1) así como su bandeado han sido señalados como síntomas de la infección en plantas de chile serrano; en las plantas de la variedad Tabasco se presenta una necrosis de la raíz que es seguida por una marchitez severa de la planta que la conducen a la muerte (Reddick, 2003; Pérez y Rico, 2004). La cantidad y calidad de los frutos se ve reducida ya que en las plantas infectadas por el TEV el número de flores se reduce y en los frutos la cantidad de semilla es menor, adicionalmente los frutos pueden deformarse y tomar una coloración amarillenta que impacta negativamente su calidad (Robles-Hernández *et al.*, 2010; Garzón *et al.*, 2012).



Figura 1. Sinuosidad en la vena central de una hoja de chile, síntoma asociado con la infección por TEV.

Epidemiología

Aunque el TEV puede ser transmitido por más de 60 especies de áfidos, la más eficiente es *Myzus persicae* Sulc. (McDonald, 2001). La adquisición e inoculación del virus por parte de los áfidos puede tomar solamente unos 10 segundos pero éstos últimos pueden permanecer infectivos por periodos de una a cuatro horas (Reddick, 2003; Garzón *et al.*, 2012).

En Zacatecas el TEV fue detectado en plantas de las malas hierbas conocidas como quelite (*Amaranthus* spp.), *Reseda* spp., cerraja (*Sonchus oleraceae* L.), mostacilla (*Sisimbrio irio* L.), malva (*Malva parviflora* L.), quelite de perro (*Chenopodium album* L.), rodadora (*Salsola* spp.) y gualdrilla (*Eruca sativa* L.) (Velásquez-Valle y Amador-Ramírez, 2014).

VIRUS DEL MOSAICO DEL TABACO (*Tobacco mosaic virus: TMV*)

El TMV es un miembro del género *Tobamovirus* que aún no se ha ubicado en una familia viral; es una partícula en forma de bastón o varilla rígida de alrededor de 300 x 15-18 nm con simetría helicoidal (Himmel, 2003).

Sintomatología

Los síntomas causados por éste virus son variables pero un mosaico clorótico y distorsión de las hojas (Figura 2) son los más frecuentes aunque también puede presentarse una necrosis sistémica, defoliación y necrosis de brotes (Figura 3) (Himmel, 2003; Martínez-Soriano *et al.*, 1985).



Figura 2. Plantas de chile mostrando mosaico clorótico, síntoma asociado con la infección por TMV.



Figura 3. Muerte de brotes de una planta de chile asociada con la infección por TMV.

Epidemiología

El TMV puede ser transmitido por medio de la semilla de chile en forma externa o interna; en la primera, la infestación externa de la cubierta de la semilla, es capaz de infectar hasta el 64% de las nuevas plántulas. En forma interna la infección en el embrión y en el endospermo y puede conducir a la infección postemergencia de hasta el 15% de las plántulas.

No se conocen insectos vectores del TMV aunque en plantas de jitomate se ha reconocido la capacidad de *M. persicae* para transmitirlo (Lojek y Orlob, 1972). En sistemas hidropónicos el TMV puede ser transmitido a través de las raíces, más frecuentemente cuando la solución nutritiva no es renovada (Park *et al.*, 1999).

En algunas malas hierbas de Zacatecas se ha detectado la presencia del TMV; entre ellas destacan el quelite (*Amaranthus* spp.), *Reseda* spp., *S. oleraceae*, mostacilla (*S. irio*), malva (*M. parviflora*) y *Chenopodium album* L. (Velásquez-Valle y Amador-Ramírez, 2014).

Una vez que se confirma la presencia del TMV en una zona productora, la oportunidad de controlarlo son mínimas, debido a que el suelo es un reservorio del inoculo. Otros nichos importantes son los restos secos de cultivos infectados, los cigarrillos de tabaco,

los cultivos cercanos. Por otro lado, algunas labores culturales son un mecanismo eficiente de dispersión del virus (Iftikhar *et al.*, 2015; Kumar *et al.*, 2011; Yang *et al.*, 2012).

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

El CMV posee un amplio rango de hospederos; infecta a más de 775 especies vegetales en 365 géneros pertenecientes a 85 familias (mono y dicotiledóneas) entre las que destacan Solanaceae, Asteraceae, Papilionáceae y Cucurbitáceae (De Blas *et al.*, 1993). El CMV es la especie tipo del género *Cucumovirus* perteneciente a la familia *Bromoviridae* y está formado por tres partículas esféricas de 28 nm de diámetro cada una.

Sintomatología

Existe poca información sobre la sintomatología provocada por la infección del CMV en los chiles para secado; en otros tipos de chile se han observado lesiones locales como anillos necróticos y figuras en forma de hoja de encino; en lesiones sistémicas se registraron hojas de menor tamaño, más angostas y con un mosaico verde amarillo. Las plantas infectadas pueden mostrar enanismo severo si la infección ocurre en etapas tempranas de desarrollo (Zitter y Murphy, 2009).

Epidemiología

Más de 80 especies de áfidos pueden transmitir éste virus pero los vectores más comunes son *M. persicae* y *A. gossypii*; el CMV puede ser adquirido por todos los estadios de desarrollo durante periodos de alimentación tan cortos como un minuto pero su habilidad para transmitirlo se pierde en pocas horas (aproximadamente dos horas) por lo que el vector debe volver a alimentarse de una planta enferma para ser infectivo nuevamente (Zitter y Murphy, 2009; Chew, 2014).

El CMV puede ser transmitido por medio de la cubierta como el embrión de la semilla alcanzando porcentajes de detección de 95 a 100% en semilla obtenida de plantas inoculadas artificialmente. El porcentaje de detección fue de 53 a 83 y de 10 a 46% para la cubierta y el embrión respectivamente, sin embargo, la detección del CMV en plántulas se redujo a 10 – 14% cuando se sembraron semillas infectadas (Ali y Kobayashi, 2010). En México, Chew *et al.* (2007) mencionaron la detección del CMV en forma externa e interna en semilla de chile perteneciente a los tipos puya y jalapeño.

La maleza afecta la calidad y cantidad de los cultivos de manera directa al competir con las plantas cultivadas por agua, luz, nutrientes y espacio pero también las afectan indirectamente actuando como hospederos alternativos de organismos dañinos,

entre ellos los virus. Estas plantas sirven de alimento para los vectores de virus, mientras que las semillas y órganos vegetativos mantienen a los virus entre ciclos de cultivo y permiten una rápida dispersión de la enfermedad (Ormeño y Sepúlveda, 2005); en el estado de Zacatecas se ha detectado la presencia del CMV en plantas de quelite (*Amaranthus* spp.), cerraja (*S. oleraceae* L.), mostacilla (*S. irio* L.), mala mujer (*Solanum rostratum* L.), malva (*M. parviflora* L.) y gualdrilla (*E. sativa*) (Velásquez-Valle y Amador-Ramírez, 2014), las cuales son malas hierbas comunes en la región.

VIRUS “Y” DE LA PAPA (*Potato virus Y: PVY*)

Se menciona que desde la década de 1940 el PVY causa pérdidas económicas importantes en forma individual o en infecciones mixtas con otros virus como TEV, TMV y CMV. En España era considerado el virus más importante hasta la aparición del virus de la marchitez manchada del jitomate (*Tomato spotted wilt virus: TSWV*) (Nuez et al., 2003).

El PVY es la especie tipo del género *Potyvirus* perteneciente a la familia *Potyviridae*. La partícula viral tiene forma parecida a un bastón flexible de 740 x 11 nm; cada partícula contiene una molécula simple de ARN compuesta aproximadamente por 9700 nucleótidos.

Sintomatología

De acuerdo con Luis-Arteaga y Pons (2003) los síntomas más frecuentes en plantas de chile consisten en un aclaramiento sistémico de las venas en las hojas que conduce a un mosaico o moteado y, generalmente a un bandeado de color verde oscuro alrededor de las venas en las hojas. (Figura 4). También es posible que se presente una necrosis en venas y pecíolos. En algunos casos estos síntomas son seguidos por una necrosis del tallo y de las yemas apicales (Figura 5), defoliación y muerte de la planta. Se han reportado otros síntomas asociados con la infección por PVY como enanismo, distorsión foliar, aborto de flores y reducción en el tamaño de los frutos. Los frutos de algunos cultivares de chile pueden presentar manchas necróticas y mosaicos así como deformaciones.



Figura 4. Mosaico y bandeado asociado con la infección por PVY en hojas de chile



Figura 5. Brotes muertos en una planta de chile, síntomas asociados con la infección por PVY.

Epidemiología

No se ha reportado la transmisión del PVY por medio de semilla, polen o contacto por lo que en el campo la única manera de dispersión del virus la constituyen los áfidos, en consecuencia, los principales factores que afectan el ciclo de la enfermedad son la presencia de áfidos y de un reservorio del virus (cultivado o silvestre). Se ha reportado que más de 25 especies de áfidos pero *M. persicae* es reconocido como el vector más eficiente en la dispersión secundaria del virus; por el contrario, los pulgones del género *Aphis* que llegan al cultivo antes que *M. persicae* pueden tener un papel más importante en la diseminación primaria de la

enfermedad (Luis-Arteaga y Ponz, 2003). El tiempo óptimo de adquisición de éste virus es de 15 a 60 segundos y, generalmente lo pierden después de una hora. Se informa que *M. persicae* puede retener el PVY hasta por seis días lo que podría explicar la rápida expansión de las epidemias de PVY (Collar, Avilla y Fereres, 1997). Las malas hierbas quelite (*Amaranthus* spp.), rodadora (*Salsola* spp.) y gualdrilla *E. sativa* resultaron positivas a la presencia del PVY en Zacatecas (Velásquez-Valle y Amador-Ramírez, 2014).

VIRUS DEL MOTEADO DEL CHILE (*Pepper mottle virus: PepMoV*)

El PepMoV había sido originalmente confinado al hemisferio occidental pero ya ha sido reportado en Corea; las partículas de éste virus son filamentosas, flexuosas con una longitud entre 729 y 745 nm.

Sintomatología

El principal síntoma causado por la infección de PepMoV en plantas de chile es el moteado sistémico de las hojas (Figura 6) y ocasionalmente malformación severa de los frutos que también pueden manifestar necrosis sistémica y muerte apical de los frutos. Algunas plantas pueden rebrotar por debajo de los brotes muertos, sin embargo, éstos brotes pueden estar también infectados. Las plantas infectadas en etapas tempranas de desarrollo pueden mostrar enanismo, sin embargo, cuando las plantas se infectan en

etapas cercanas a la madurez se expresa una clorosis sistémica acompañada de deformación (ampollado) y enanismos ligeros (Velásquez-Valle *et al.*, 2013).



Figura 6. Hojas de una planta de chile mostrando un mosaico clorótico asociado con la infección por PepMoV.

Epidemiología

El vector más eficiente del PepMoV es *M. persicae* aunque otros áfidos como *A. gossypii* y *A. craccivora* Koch pueden transmitirlo también. Este virus puede ser transmitido por medio de la savia, lo cual es particularmente importante durante la etapa de producción de plántulas en almácigos o invernaderos y en la etapa de manejo del cultivo.

El PepMoV puede ser transmitido por injertos (Cerkauskas, 2004), aunque el empleo de injertos en Chile en Aguascalientes no es una práctica común. Por otro lado, el PepMoV no se transmite por medio de la semilla de Chile pero no se dispone de información acerca de su transmisión en la semilla de maleza infectada.

El PepMoV es capaz de infectar malas hierbas a nivel mundial; en Nuevo México, Estados Unidos de América (EUA) se consigna que la maleza *Solanum eleagnifolium* Cav. Y *Convolvulus arvensis* L. son reservorios del virus (Rodríguez-Alvarado et al., 2002). Plantas de quelite (*Amaranthus* spp.), cerraja (*S. oleracea*), malva (*M. parviflora*) y gualdrilla (*E. sativa*) colectadas en Zacatecas resultaron positivas a éste virus (Velásquez-Valle y Amador-Ramírez, 2014).

Presencia viral en parcelas comerciales de chile para secado en Aguascalientes

Los muestreos de plantas de chile para secado del tipo Ancho realizados en el municipio de San Francisco de los Romo durante el ciclo de cultivo 2010 revelaron la presencia del TMV, CMV, PVY, PepMoV y TEV; estos virus mostraron porcentajes de detección inferiores, en algunos casos, a los registrados en parcelas comerciales de San Luis Potosí y Zacatecas (Cuadro 1) (Velásquez-Valle *et al.*, 2012).

Cuadro 1. Frecuencia de detección (%) de cinco virus en muestras de follaje de chile para secado en parcelas de Aguascalientes, San Luis Potosí y Zacatecas, México. (Modificado de Velásquez-Valle *et al.*, 2012).

Virus	Localidad			
	Aguascalientes	San Luis Potosí	Zacatecas	Promedio regional
TMV	67.8	100	93.2	87.5
CMV	25	51.8	71.6	51.6
PVY	46.4	75.9	41.8	53.2
PepMoV	42.8	61.1	55.4	53.2
TEV	51.7	55.5	71.6	60.8

La presencia de éstos cinco virus no es constante a través del ciclo de cultivo sino que algunos de ellos fueron más frecuentes en las diferentes fechas en que se realizaron muestreos por lo que fue difícil establecer una tendencia de detección (Cuadro 2) (Velásquez-Valle et al., 2012)

Cuadro 2. Frecuencia de detección (%) de cinco virus en muestras de follaje de chile para secado tipo Ancho en San Francisco de los Romo, Aguascalientes durante el ciclo de cultivo 2010. (Modificado de Velásquez-Valle et al., 2012).

	Porcentaje de detección				
	Virus				
Muestreo	TMV	CMV	PVY	PepMoV	TEV
17 de Mayo	42	16	68	95	74
28 de Junio	0	55	61	17	50
15 de Julio	100	5	10	16	33

Manejo de las enfermedades causadas por virus en chile para secado

Enseguida se ofrece una guía de las tácticas de lucha contra éstas enfermedades; en la primera sección se describen aquellas prácticas orientadas a reducir la cantidad de “enfermedad”

previamente al inicio del ciclo de cultivo mientras que en la segunda parte se describen las tácticas encaminadas a disminuir o retardar el daño o diseminación de la enfermedad.

I. Prácticas de manejo tendientes a reducir el inóculo primario

El objetivo de éstas prácticas es reducir en lo posible la cantidad de “enfermedad” con la que se inicia el ciclo de cultivo (establecimiento de almácigos tradicionales a cielo abierto o en condiciones de invernadero).

1. Empleo de semilla sana

La mayoría de los productores de chile para secado (95%) utilizan semillas criollas que provienen de plantas que muestran carga irregular o escasa, con una amplia variabilidad de forma y tamaño de frutos (Ramiro, 1992). Además, la calidad fitosanitaria es, generalmente baja ya que no se toma en cuenta el origen de los frutos seleccionados para la obtención de semilla. Para obtener semilla de chile con mejor calidad fitosanitaria se recomienda:

- a) Seleccionar las plantas de donde se obtendrá semilla cuando aún permanecen en la parcela evitando seleccionar plantas con síntomas como

amarillamientos, enanismo, hojas o frutos deformes (Reveles *et al.*, 2013).

- b) La semilla extraída debe inmediatamente sumergirse en una solución de hipoclorito de sodio (blanqueador doméstico) al 3% a una temperatura de 10 a 25 °C por no más de 20 minutos (Reveles *et al.*, 2013).

2. Eliminación de hospederos invernales

La producción de plántula de chile en almácigos tradicionales (a cielo abierto) es una actividad que la mayoría de los productores llevan a cabo entre febrero y abril; durante éste periodo es común encontrar altas poblaciones de malas hierbas alrededor de los almácigos y aún dentro de las camas de siembra. En los almácigos de Zacatecas las malas hierbas y las plántulas de chile se encontraron infectadas con los virus jaspeado del tabaco, mosaico del tabaco, mosaico del pepino y moteado del chile (Velásquez-Valle *et al.*, 2013). Es necesario conservar libre de maleza las camas de siembra, el espacio entre ellas y una franja de 10 a 15 m alrededor del almácigo hasta que finalice el proceso de obtención de plántula.

3. Monitoreo de insectos vectores de virus

Durante la fase de almácigo se recomienda colocar trampas (cartulinas) amarillas pegajosas para el monitoreo no sólo

de pulgones sino de otros insectos que también son vectores de virus como los trips, mosquitas blancas y chicharritas. Estas trampas deben revisarse periódicamente para detectar con oportunidad el arribo de estos vectores al almácigo y tomar las acciones correspondientes como la aplicación de insecticidas.

4. Aplicación de insecticidas

En algunos países la aplicación de insecticidas de contacto como el Dimetoato o sistémicos como el Carbofuran han proporcionado resultados satisfactorios, sin embargo, las aspersiones deben programarse de acuerdo con los conteos efectuados en las trampas amarillas (Bhattiprolu y Rahman, 2006; Karungi *et al.*, 2013).

5. Eliminación de plántulas enfermas

Es importante eliminar todas las plántulas que muestren cambios en el color o forma de las hojas conforme vayan apareciendo en el almácigo. Entre más tiempo permanezcan ahí, es más probable que contaminen otras plántulas o provean de virus a otros vectores.

6. Otras recomendaciones

Se recomienda evitar el establecimiento de almácigos en suelo con restos de cultivos como chile y jitomate; restringir la entrada o visita de personas que provengan de otros

almácigos o cultivos enfermos y no fumar durante el desarrollo de labores en el almácigo o durante el trasplante.

7. Limpieza de la parcela a trasplantar

Al acercarse la fecha o periodo de trasplante elimine la maleza como parte de la preparación de la parcela a trasplantar pero también desyerbe una franja de 10 a 15 m alrededor de la parcela y evite, tanto como sea posible que la maleza se presente durante la temporada del cultivo, sin embargo, el efecto de la eliminación de las malas hierbas será más eficiente si se realiza junto con los productores vecinos. Es importante señalar que las parcelas de chile deben establecerse lo más lejos posible de áreas con macetas ornamentales o de parcelas con papa o alfalfa.

8. Empleo de cultivos barrera

Los cultivos barrera (Figura 7) pueden reducir la diseminación de virus ya que las plantas en la barrera evitan que una parte de los áfidos alcancen o “atterricen” el cultivo de chile y por otro lado, una parte importante de los áfidos se alimentará en las plantas de la barrera y por lo tanto descargará ahí las partículas virales que lleve consigo. Se sugiere establecer un cultivo que sirva como barrera (maíz o sorgo) alrededor de la parcela de chile o bien, orientada hacia la dirección dominante del viento para que intercepte una parte importante de la población de vectores antes de

que alcance las plantas de chile; éste cultivo barrera puede asperjarse periódicamente con un insecticida para eliminar cualquier colonia de insectos vectores que pudiera establecerse; en éste caso no se recomienda utilizar el cultivo trampa para consumo humano o animal. El cultivo barrera debe establecerse de tres a cuatro semanas antes del trasplante del chile para que cumpla con su propósito de interceptar las poblaciones de vectores. De acuerdo con Jones *et al.* (2000) con solo sembrar seis surcos de maíz alrededor de una parcela de chile se puede reducir hasta 80% la transmisión de virus y retrasar la infestación de áfidos.



Figura 7. Plantas de maíz a la orilla de una parcela de chile actuando como cultivo barrera

II. Prácticas de manejo tendientes a la reducción de la dispersión

Las medidas de combate en ésta etapa tienden a reducir el daño causado por las infecciones virales limitando su dispersión secundaria. Se ha mencionado, por ejemplo, (McDonald, 2001) que los programas de manejo de TEV deben enfocarse a retrasar la infección de las plantas de chile durante los primeros dos meses después del trasplante.

1. Empleo de cultivos intercalados

Los cultivos intercalados se refieren a los arreglos espaciales que incluyen dos o más especies vegetales en estrecha cercanía dentro de una parcela (Hilje *et al.*, 2001); al intercalar cultivos se reduce la incidencia de plagas cuando los cultivos utilizados no albergan las mismas especies de insectos. La experiencia aportada por Fajinmi y Fajinmi (2010) demostró que la incidencia del virus *Pepper veinal mottle virus* en parcelas con solamente de chile fue mayor (23 a 42%) que cuando el chile se cultivo intercalado con plantas de maíz (8 a 10%).

2. Trampas amarillas pegajosas

Se sugiere colocar bandas pegajosas de plástico de color amarillo de al menos 0.5 m de ancho, alrededor de la parcela o hacia algún punto en particular como la dirección

dominante del viento o la zona con mayor densidad de maleza (Figura 8); la colocación de ésta banda debe coincidir con la época del trasplante y continuar por el resto del ciclo. La banda debe vigilarse continuamente para que su cara pegajosa no sea obstruida por maleza u otros objetos.



Figura 8. Banda pegajosa amarilla para monitoreo de vectores alrededor de un invernadero.

3. Monitoreo de vectores de virus

Se deben colocar cartulinas amarillas pegajosas de cara a la dirección del viento, hacia las áreas con mayor cantidad de maleza o en cada costado de la parcela. Otra cartulina puede colocarse en el centro de la parcela. Las cartulinas deben cambiarse cada ocho días y deben ser revisadas por un experto en identificación de vectores (generalmente

personal del Comité Estatal de Sanidad Vegetal) para determinar si es necesaria la aplicación de insecticidas u otra acción que reduzca el riesgo que representan éstos insectos.

4. Sanidad del cultivo

Se debe intentar no perder plantas de chile a causa de otras enfermedades como la secadera, es decir, se debe conservar la población inicial ya que la falta de ellas puede propiciar el establecimiento de vectores de virus.

5. Saneamiento del cultivo

Las plantas con síntomas de infección viral (amarillamientos, enanismo, deformaciones severas en ramas u hojas) deben ser eliminadas tan pronto aparezcan en la parcela; colecte esas plantas y entiérrelas para evitar que los insectos vectores readquieran el virus de las plantas o restos infectados que permanecen sobre la superficie del suelo. El saneamiento del cultivo, o sea la eliminación de plantas con síntomas de infección viral, debe realizarse caminando por toda la parcela pero con especial énfasis en los bordes u orillas de la misma.

6. Empleo de insecticidas

El uso de insecticidas para el combate de áfidos y otros vectores de virus puede fracasar debido a 1) existe una llegada continua de áfidos y otros vectores infectivos desde

fuera del área cultivada y, 2) el tiempo que requieren los áfidos para infectar una planta sana con un virus es menor que el tiempo que necesita el insecticida para eliminarlos. También se ha sugerido la aspersión de aceites minerales para retrasar la dispersión de los virus como el CMV; según Wang y Pirone (1996) los aceites minerales reducen la eficiencia de transmisión al interferir con los sitios específicos de unión de los viriones en los estiletes de los áfidos.

7. Destrucción de residuos

Aunque no es común que los productores de Chile abandonen sus parcelas debido al ataque de enfermedades, sí es frecuente que el cultivo permanezca en pie por periodos más o menos prolongados después del corte; durante éste periodo las plantas pueden conservar su follaje o incluso rebrotar permitiendo que los vectores puedan adquirir o conservar su fuente de virus. Además, en éstas parcelas se desarrolla una abundante población de malas hierbas que puede ayudar a la supervivencia de los vectores y con ellos, la de los virus. Por lo tanto, se sugiere que inmediatamente después del último corte se incorporen las plantas de Chile, y la maleza, para evitar que sirvan como fuentes de virus y refugio de vectores (McDougall y Tesoriero, 2011; Gómez *et al.*, 2013).

LITERATURA CITADA

- Ali, A. and Kobayasi, M. 2010. Seed transmission of cucumber mosaic virus in pepper. *Journal of Virological Methods* 163:234-237.
- Bhattiprolu, S.L. and Rahman, M.A. 2006. Management of insect borne viral diseases of chilli using nylon net, chemicals, neem products and barrier crop. *Karnataka Journal of Agricultural Science* 19:154-157.
- Cerkauskas, R. 2004. Pepper mottle virus. Pepper diseases. Fact Sheet. Asian Vegetable Research and Development Center. AVRDC Publication 04-591. 2 p.
- Chew, M.I.Y., Vega, P.A. y Carrillo, A.J.S. 2007. Detección del virus del mosaico del pepino (CMV) y virus mosaico del tabaco (TMV) en semilla de chile (*Capsicum annuum* L.) por la técnica ELISA. *Memorias. XIX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED* 188-191.
- Chew, M.I.Y. 2014. Los virus en el cultivo de chile en la Comarca Lagunera. P. 155-178. *In: Virus y fitoplasmas de chile: una perspectiva regional. Libro Técnico Núm. 14. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México.* 279 p.

- Collar, J., Avilla, C., & Fereres, A. 1997. New correlations between aphid stylet paths and nonpersistent virus transmission. *Environmental Entomology* 26:537-544.
- Fajinmi, A.A. and Fajinmi, O.B. 2010. Evaluation of pepper intercropped with tall-companion crop in the management of Pepper veinal mottle potyvirus disease and its vector on cultivated pepper (*Capsicum annuum* L.) in Nigeria. *Agricultural Journal* 5:205-210.
- Garzón, T.J.A., Reyes, C.M. y Milán, J.M. 2012. Virus y fitoplasmas que afectan al cultivo del chile (*Capsicum annuum* L.) en México. 95 – 128. *In: Cultivo del chile en México.* (Eds. JA Zegbe D., RD Valdez C. y A. Lara H.). 183 p.
- Gómez, J.R., Osuna, G.J.A., Hernández, F.L.M. y Urías, L.M.A. 2013. Virus fitopatógenos que afectan al cultivo de chile en el estado de Nayarit. Folleto Técnico No. 24. Campo Experimental Santiago Ixcuintla – INIFAP. Tepic, Nayarit, México. 70 p.
- Hilje, L., Costa, H.S., and Stansly, P.A. 2001. Cultural practices for managing *Bemisia tabaci* and associated viral diseases. *Crop Protection* 20:801-812.

- Himmel, P.T. 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 American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN, USA. 63 p.
- Iftikhar, Y., Jackson, R., and Neuman, B. W. 2015. Detection of Tobacco Mosaic Tobamovirus in cigarettes through RT-PCR. *Pakistan Journal of Agricultural Science* 52:667-670.
- Jones, T., Bessin, R., Strang, J., Rowell, B., and Spalding, D. 2000. Kentucky Pepper Integrated Pest Management. Grower Manual. College of Agriculture. University of Kentucky. IPM-13. 39 p.
- Kumar, S., Udaya Shankar, A., Nayaka, S., Lund, O., & Prakash, H. 2011. Detection of Tobacco mosaic virus and Tomato mosaic virus in pepper and tomato by multiplex RT-PCR. *Letters in Applied Microbiology* 53:359-363. 0
- Karungi, J., Obua, T., Kyamanywa, S., Mortensen, C.N., and Erbaugh, M. 2013. Seedling protection and field practices for management of insect vectors and viral diseases of hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) in Uganda. *International Journal of Pest Management* 59:103-110.

- Lojek, S.J. and Orlob, B.J. 1972. Transmission of tobacco mosaic virus by *Myzus persicae*. *Journal of General Virology* 17:125-127.
- 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 American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN, USA. 63 p.
- Martínez-Soriano, J.P., Galindo-Alonso, J. y Cárdenas-Soriano, E. 1985. Los síntomas como herramienta en el diagnóstico de tres virus del chile serrano. Resúmenes. XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Resumen 109.
- McDonald, S.A. 2001. Epidemiology, aphid vectors, impact, and management of tobacco etch potyvirus in hot peppers in Jamaica. Ph.D. Thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University. 118 p.
- McDougall, S. and Tesoriero, L. 2011. Western flower thrips and tomato spotted wilt virus. NSW Government. Primary Industries. Primefact 713. Second Edition. 7 p.
- Nuez, F., Gil, O.R. y Costa, J. 2003. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mund-Prensa. Reimpresión. España. 607 p.

- Ormeño, J.N. y Sepúlveda, P.R. 2005. Presencia de diferentes virus de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en especies de malezas asociadas al cultivo. *Agricultura Técnica (Chile)* 65:343-355.
- Park, M.W., Lee, P.G., Ryu, H.K., and Park, W.K. 1999- Transmission of tobacco mosaic virus in recirculating hydroponic system. *Scientiae Horticulturae* 79:217-226.
- Pérez, M.L. y Rico, J.E. 2004. Virus fitopatógenos en cultivos hortícolas de importancia económica en el estado de Guanajuato. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad de Guanajuato. 143 p.
- Ramiro, C.A. 1992. VR-91, variedad de chile Mirasol guajillo para el área norte centro de México. Folleto Técnico número 2. Campo Experimental Palma de la Cruz – INIFAP. San Luis Potosí, S.L.P., México. 14 p.
- Reddick, B.B. 2003. *Tobacco etch virus*. P. 38. In: Compendium of pepper diseases. (Ed. by K. Pernezny, P.D. Roberts; J.F. Murphy, and N.P. Goldberg). The American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN, USA. 63 p.
- Reveles, H.M., Velásquez, V.R., Reveles, T.L.R. y Mena, C.J. 2013. Selección y conservación de semilla de chile: primer paso

para una buena cosecha. Folleto Técnico Núm. 51. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México. 43 p.

Reveles-Hernández, M., Velásquez-Valle, R. y Cid-Ríos, J.A. 2014. El chile en el norte Libro Técnico Núm. 14. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México. 279 p.

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

Rodríguez-Alvarado, G., Fernández-Pavia, S., Creamer, R., Liddell, C. 2002. *Pepper mottle virus* causing disease in chile peppers in southern New Mexico. *Plant Disease* 86:603-605.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R. y Mena-Covarrubias, J. 2012. Incidencia y sintomatología de cinco virus en parcelas comerciales de chile seco en Aguascalientes y Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3:381-390.

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. 10ª Convención Mundial del Chile. P. 104-109.

Velásquez-Valle, R. y Amador-Ramírez, M.D. 2014. Epidemiología de virus y fitoplasmas de chile para secado. P. 179-204. *In: Virus y fitoplasmas de chile: una perspectiva regional*. Libro Técnico Núm. 14. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México. 279 p.

Wang, R.Y. and Pirone, T.P. 1996. Mineral oil interferes with retention of tobacco etch potyvirus in the stylets of *Myzus persicae*. *Phytopathology* 67:1418-1423.

Yang, J.-G., Wang, F.-L., Chen, D.-X., Shen, L.-L., Qian, Y.-M., Liang, Z.-Y., and Yan, T.-H. 2012. Development of a one-step immunocapture real-time RT-PCR assay for detection of Tobacco mosaic virus in soil. *Sensors* 12:16685-16694.

Zitter, A.T. and Murphy, J.F. 2009. Cucumber mosaic virus. *The Plant Health Instructor*. DOI.10.1094/PHI-I-2009-05-18-01.

AGRADECIMIENTOS

Este folleto se publicó con el apoyo económico de fondos fiscales del INIFAP dentro del proyecto **“Susceptibilidad del germoplasma de Chile al amarillamiento, etiología y diversidad genética de los agentes causales”**. Se agradece ampliamente a esta institución por los apoyos otorgados para realizar la investigación que sirvió como base para elaborar esta publicación.

REVISIÓN TÉCNICA Y EDICIÓN

Ing. Manuel Reveles Hernández
INIFAP Campo Experimental Zacatecas

Dr. Antonio P. Terán Vargas
INIFAP Campo Experimental Sur de Tamaulipas

DISEÑO DE PORTADA

Luis Roberto Reveles Torres

Grupo Colegiado del CEZAC

Presidente: Dr. Jaime Mena Covarrubias
Secretario: Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez
Comisión Editorial y Vocal: Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera
Vocal: Dr. Luis Roberto Reveles Torres
Vocal: Dr. Guillermo Medina García
Vocal: Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez
Vocal: MC. Mayra Denise Herrera

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de
Diciembre de 2015 en “Paus” Impresiones, Calle Real del Calvario
#125, Col. Real de Calera. 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 Director de Coordinación y Vinculación

Dr. Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
MC. Nadiezhda Y. Ramírez Cabral*	Agrometeorología y Modelaje
Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera	Carne de Rumiantes
Dr. Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición
Ing. José Ángel Cid Ríos	Frijol y Garbanzo
MC. Juan José Figueroa González	Frijol y Garbanzo
MC. Mayra Denise Herrera	Frijol y Garbanzo
Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
MC Valentín Melero Meraz	Frutales
Ing. Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
MC. Miguel Servin Palestina	Ingeniería de Riego
Dra. Raquel Cruz Bravo	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

* Becarios

www.inifap.gob.mx

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



30 inifap
ANIVERSARIO

Líder en ciencia y tecnología para el campo mexicano