

MANEJO DE ENFERMEDADES VIRALES DE AJO EN ZACATECAS



Rodolfo Velásquez Valle
Manuel Reveles Hernández

GOBIERNO FEDERAL

SAGARPA

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
Centro de Investigación Regional Norte Centro
Campo Experimental Zacatecas

Folleto Técnico No. 40

ISBN: 978-607-425-806-6

Julio 2012

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

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez.
Subsecretario de Desarrollo Rural

MSc. Mariano Ruíz-Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ernesto Fernández Arias
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

MC. Jesús Antonio Berúmen Preciado
Oficial Mayor

COORDINACIÓN GENERAL DE GANADERÍA

Dr. Everardo González Padilla
Coordinador General

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

Dr. Pedro Brajch Gallegos
Director General

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

MSc. Arturo Cruz Vázquez
Coordinación de Planeación y Desarrollo

Lic. Marcial A. García Morteo
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

M.A. Jaime Alfonso Hernández Pimentel
Director de Administración

Dr. Francisco G. Echavarría Chairez
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

MANEJO DE ENFERMEDADES VIRALES DE AJO EN ZACATECAS

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) 3871-7800

ISBN: 978-607-425-806-6

Primera Edición: Julio de 2012

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, V. R., y Reveles, H. M. 2012. Manejo de Enfermedades Virales de Ajo en Zacatecas. Folleto Técnico No. 40. Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC - INIFAP, 26 p.

Índice

Introducción.....	1
Virus del enanismo amarillo de la cebolla (OYDV).....	7
Virus de la franja amarilla del puerro (LYSV)	10
Virus latente del shallot (SLV).....	11
Virus del mosaico latente común del ajo (GarCLV).....	12
Manejo de enfermedades virales en ajo	15
Producción de plantas libres de virus	15
Eliminación de virus por cultivo <i>in vitro</i> de meristemos	16
Termoterapia	17
Combate de pulgones	18
Eliminación de plantas con síntomas.....	20
Resistencia.....	21
Literatura citada.....	21

MANEJO DE ENFERMEDADES VIRALES DE AJO EN ZACATECAS

INTRODUCCIÓN

La sanidad del cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) en el estado de Zacatecas se ve comprometida por la presencia de enfermedades causadas por hongos habitantes del suelo como *Sclerotium cepivorum* Berk. y *Penicillium* sp. que causan la pudrición blanca y la pudrición de plántulas respectivamente. En forma esporádica ocurren brotes epidémicos de otros patógenos como son los casos de mancha púrpura (*Alternaria porri* Ellis) o nematodos como *Ditylenchus dipsaci* Kühn. Los daños provocados por estos patógenos son evidentes y tanto técnicos como productores son capaces de reconocerlos e iniciar un programa de manejo. Sin embargo, no todas las enfermedades producen síntomas de fácil reconocimiento; las provocadas por virus pueden incluso no provocar síntomas en las plantas infectadas. En estudios realizados en parcelas comerciales de este cultivo en la entidad (Velásquez *et al.*, 2010; Velásquez-Valle *et al.*, 2010) se ha detectado la presencia de patógenos de origen viral que afectan la calidad y rendimiento del ajo y cuya presencia debe ser reducida mediante diversas tácticas de manejo.

Las plantas de ajo son naturalmente infectadas por un complejo de virus pertenecientes a los géneros Potyvirus, Carlavirus y Allexivirus (Lunello *et al.*, 2007). El impacto negativo de las enfermedades provocado por diferentes virus en ajo se ha documentado en varias partes del mundo; en México también existen estudios en este sentido en Guanajuato (Pérez-Moreno *et al.*, 2008), razón por la cual se justifica su combate y por lo que es necesario dar a conocer la estrategia de manejo de este tipo de enfermedades y sus vectores para que se minimice su efecto nocivo en esta hortaliza.

Aún los materiales de ajo certificados como libres de virus pueden sufrir pérdidas provocadas por enfermedades virales dependiendo del número de ciclos de cultivo a cielo abierto a los que se expongan; un estudio realizado en Argentina (Conci *et al.*, 2003) se mostró que durante el primer ciclo de cultivo el peso de los bulbos procedentes de materiales libres de virus en comparación con materiales crónicamente infectados resultó mayor entre 66 y 216%, mientras que el diámetro de bulbo fue mayor entre 13 y 37%; sin embargo, al final del quinto ciclo de cultivo la diferencia entre ambos tipos de materiales (sanos e infectados) se había reducido a 49 y 16% en peso y diámetro de bulbo respectivamente.

En Argentina se evaluó el efecto de dos virus, *Garlic Virus A* (GarV-A) y *Garlic Virus C* (GarV-C), ambos pertenecientes al género *Allexivirus*, sobre el rendimiento de dos variedades de ajo; los resultados señalan que GarV-A provocó reducciones significativas en el peso del bulbo (4 – 32%) y en su diámetro (6 – 11%) comparado con bulbos de las plantas libres de virus. GarV-C causó menos daño que GarV-A; redujo en 15 y 5% el peso de bulbo y diámetro respectivamente (Cafrune *et al.*, 2006)

La respuesta a la infección por virus puede variar dependiendo de los diferentes tipos o variedades; las plantas de ajo rosado paraguayo infectadas por dos o más virus produjeron bulbos de menor peso (43 – 53%) que aquellos provenientes de plantas libres de virus; en el caso de ajo Blanco se observó un retraso en la emergencia de las plántulas originadas de dientes infectados y una reducción en la altura final de las plantas infectadas con una pérdida en el peso de los bulbos del 39 al 69% mientras que su perímetro se redujo entre 18 y 33% (Conci *et al.*, 2003b).

De acuerdo con Lot *et al.* (1998) en Francia, la infección por el virus del enanismo amarillo de la cebolla redujo el peso de bulbos de la variedad de ajo Germidour en 39%, y en

aproximadamente 60% en las variedades Messidrome y Printanor. Las plantas infectadas con el virus de la franja amarilla del puerro manifestaron menor daño que cuando se infectaron con el virus del enanismo amarillo de la cebolla aunque la disminución en el peso del bulbo fue de 17, 26 y 54% para Messidrome, Germidour y Printanor respectivamente. De acuerdo con García (1998) el impacto de las enfermedades virales en ajo es de tal magnitud que en solo dos años pueden re infectar un lote de semilla libre de virus.

En Guanajuato, México se reportó que la infección de un complejo viral de plantas de ajo de diferentes localidades afectó tanto la altura de la planta (59.8 y 55.5 cm en plantas sanas y enfermas respectivamente) como el número de hojas (11.7 y 11.5 en plantas sanas y enfermas respectivamente) (Pérez-Moreno *et al.*, 2008)

Los estudios llevados a cabo por el Campo Experimental Zacatecas dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) han permitido identificar a cuatro de los principales virus presentes en la mayoría de las regiones productoras de ajo en el mundo, por lo que es importante conocer algunas de las principales características de cada uno de ellos que

permitan mejorar los métodos de manejo de este tipo de enfermedades.

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante la prueba serológica denominada ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) los virus detectados en plantas de ajo son el virus del enanismo amarillo de la cebolla (*Onion yellow dwarf virus*: OYDV), de la franja amarilla del puerro (*Leek yellow stripe virus*; LYSV), latente común del ajo (*Garlic common latent virus*; GarCLV) y latente del shallot (*Shallot latent virus*: SLV) (Figura 1).



Figura 1. Desarrollo de la técnica serológica ELISA para detección de virus de ajo.

Los estudios de campo y laboratorio realizados en el Campo Experimental Zacatecas durante los ciclos de cultivo 2007 – 2008 y 2008 – 2009 en parcelas comerciales y experimentales de ajo indicaron que, si bien la presencia de los virus ya mencionados es constante (Cuadro 1), su incidencia dentro de una parcela específica pudiera resultar variable en cada ciclo de cultivo dependiendo de factores como origen de la semilla, abundancia y combate de vectores, y condiciones climatológicas, entre otros.

Cuadro 1. Variedades de ajo, tipo de producción y virus detectados durante los ciclos de cultivo 2007 – 2008 y 2008 – 2009 en Zacatecas, México.

Ubicación de la muestra		Virus detectados Ciclos de cultivo						
		2007-2008			2008 - 2009			
Variedad	Producción	OYDV	GarCLV	LYSV	OYDV	GarCLV	LYSV	SLV
Jaspeado Calera	Comercial	+ ¹	+	+	+	+	+	+
Chino	Comercial	+	-	+	+	+	+	+
Perla Zacatecas	Experimental	+	-	-	+	-	-	-

Blanco Perla	Experimental	-	-	+	+	-	-	-
Ensenada	Experimental	N M	N M	N M	+	-	-	-

¹ + = Muestra positiva a un virus específico; - = Muestra negativa a un virus específico; NM = No se colectaron muestras de una variedad específica (Velásquez-Valle *et al.*, 2010).

A continuación se describen las principales características de los virus detectados en las parcelas comerciales de ajo en Zacatecas; es necesario aclarar que aunque frecuentemente la información mencionada se obtuvo de plantas de cebolla, se puede aplicar total o parcialmente a las plantas o cultivo de ajo:

Virus del enanismo amarillo de la cebolla (OYDV)

Los síntomas iniciales de la infección por OYDV en plantas jóvenes de cebolla se observan como franjas amarillas en la base de las primeras hojas; las hojas que emergen en forma posterior al desarrollo de los síntomas iniciales mostrarán síntomas que podrían variar de franjas amarillas a hojas completamente amarillas; además se pueden presentar deformaciones de hojas y tallos florales (Davis, 1995). Sin embargo, en ajo solamente se han reportado síntomas como

mosaico severo y amarillamiento cuando la infección por OYDV va acompañada por otros agentes virales.

Tanto el desarrollo de la planta como el tamaño del bulbo son negativamente afectados; se ha observado también que la severidad de los síntomas puede ser modificada por el cultivar o tipo de ajo y por el aislamiento o cepa del virus (Davis, 1995; Chen *et al.*, 2001; Gieck, *et al.*, 2007; Soliman *et al.*, 2012). El OYDV ha sido comúnmente detectado en el follaje de las plantas de ajo, aunque también es posible detectarlo tanto en los dientes como en bulbillos aéreos de ajo (Koch *et al.*, 1995).

La enfermedad es causada por el llamado *Onion yellow dwarf virus*, el cual pertenece a la familia Potyviridae; mide entre 722 y 820 nm de longitud y cerca de 16 nm de diámetro. Un reporte originado en el sudeste asiático menciona la raza G de este virus infectando hasta el 85% del ajo en esa región (Sutarya *et al.*, 1994). Este virus posee un rango de hospederos restringido a cebolla, ajo, shallot y ornamentales de los géneros *Allium* y *Narcissus* (Davis, 1995; Sutic *et al.*, 1999); en forma experimental se ha transmitido a plantas de *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn. y *C. quinoa* Willd., sin embargo, algunos áfidos

como *Myzus persicae* y *Diuraphis sonchi* colectados en plantas de *Convolvulus arvensis* (correhuela) y *Sonchus oleraceus* L. respectivamente lograron transmitir el OYDV a plantas de cebolla (Sutic *et al.*, 1999; Mahmoud *et al.*, 2007; Abdel Wahab *et al.*, 2009).

Mediante técnicas de biología molecular Van der Vlugt *et al.* (1999) reportaron un nuevo virus denominado *Shallot yellow stripe virus* (SYSV), el cual sería un aislamiento distinto del OYDV, lo cual permite suponer la existencia de nuevas variantes de este u otro de los virus que podrían afectar específicamente al cultivo de ajo.

Se han reportado alrededor de 60 especies de áfidos que transmiten naturalmente el virus de manera no persistente por lo que juegan un importante papel en la epidemiología de la enfermedad; entre los áfidos que pueden transmitir a este virus se encuentra *Myzus persicae* Sulzer, *D. sonchi*, *Acyrtosiphon pisum* Harr., *Aphis craccivora* Koch y *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Sutic *et al.*, 1999).

Virus de la franja amarilla del puerro (LYSV)

Las partículas del LYSV son flexuosas con una longitud variable entre 815 y 820 nm; es un virus que pertenece a la familia Potyviridae y se le ubica dentro del género *Potyvirus*. El efecto sobre plantas de ajo del LYSV individualmente es poco conocido pero las pérdidas en el peso del bulbo pueden alcanzar hasta el 54% cuando su infección ocurre en combinación con el GarCLV (Lunello *et al.*, 2007).

Algunos reportes han señalado la presencia de síntomas como mosaico, franjas amarillas, malformaciones y enanismo en plantas de ajo y puerro infectadas con LYSV (Chen *et al.*, 2001; Korkmaz y Cevik, 2009). En plantas de *Chenopodium amaranticolor* y *C. quinoa* experimentalmente inoculados con un aislamiento argentino de LYSV se produjeron lesiones cloróticas locales (Lunello *et al.*, 2002); lo cual es importante por la posibilidad de que el virus pueda ampliar su rango de hospederos.

Bajo condiciones experimentales especímenes de áfidos como *M. persicae*, *R. maidis*, *R. padi* L., *Schizaphis graminum* (Rondani), *Aphis gossypii* Glover, *A. nerii* Boyer de Fonscolombe, *Diuraphis (Uroleucon) sonchi* L. e *Hyperomyzus carduellinus* (Theobald) fueron capaces de

transmitir una raza del LYSV de plantas de puerro a plantas de ajo (Lunello *et al.*, 2002).

Virus latente del shallot (SLV)

El SLV pertenece al género *Carlavirus*; la longitud de sus partículas oscila entre 650 y 652 nm y toman un aspecto recto o ligeramente curvado; no se conocen razas de este virus (Davis, 1995; Sutic *et al.*, 1999). Los síntomas asociados con la infección de este virus son variables pero incluyen mosaicos, franjas cloróticas y enansimo (Shahraeen *et al.*, 2008; Mituti *et al.*, 2011). Cuando las plantas de puerro son afectadas simultáneamente por SLV y LYSV se observa un franjeado clorótico o blanquecino (Sutic *et al.*, 1999).

El SLV fue transmitido experimentalmente y de manera no persistente por el áfido *Myzus ascalonicus* Doncaster y posiblemente por *Aphis fabae* Scopoli; también en forma experimental se ha transmitido a *C. amaranticolor* y *C. quinoa* donde causa lesiones locales necróticas en las hojas más viejas y cloróticas en las más jóvenes (Davis, 1995; Sutic *et al.*, 1999).

Virus del mosaico latente común del ajo (GarCLV)

Este es uno de los virus más comunes del ajo; potencialmente puede reducir el peso y rendimiento de los cultivos de ajo en 30 a 40% (Sutic *et al.*, 1999).

Los primeros síntomas de la infección por GarCLV, que aparecen en las hojas más viejas se originan en dientes infectados, se observan como angostas franjas cloróticas; a medida que se desarrolla la enfermedad, las franjas gradualmente avanzan de la base de las hojas hacia la punta de las mismas y pueden unirse dándoles un aspecto clorótico, reduciendo su desarrollo. Las plantas enfermas manifiestan enanismo y los bulbos no alcanzan su tamaño normal (Sutic *et al.*, 1999).

De acuerdo con Sutic *et al.* (1999) las plantas de ajo constituyen el hospedero primario natural de este virus, el cual rara vez infecta plantas de cebolla donde eventualmente puede producir síntomas moderados plantas de puerro, *C. amaranticolor*, *C. murale* y *C. quinoa* han sido experimentalmente infectadas. A diferencia de OYDV y LYSV, no se ha reportado la transmisión por pulgones de este virus.

En las parcelas comerciales de ajo en Zacatecas se han observado solo algunos de los síntomas mencionados

anteriormente; se presentan a continuación algunas figuras para ilustrar los síntomas asociados con las infecciones virales en plantas de ajo.

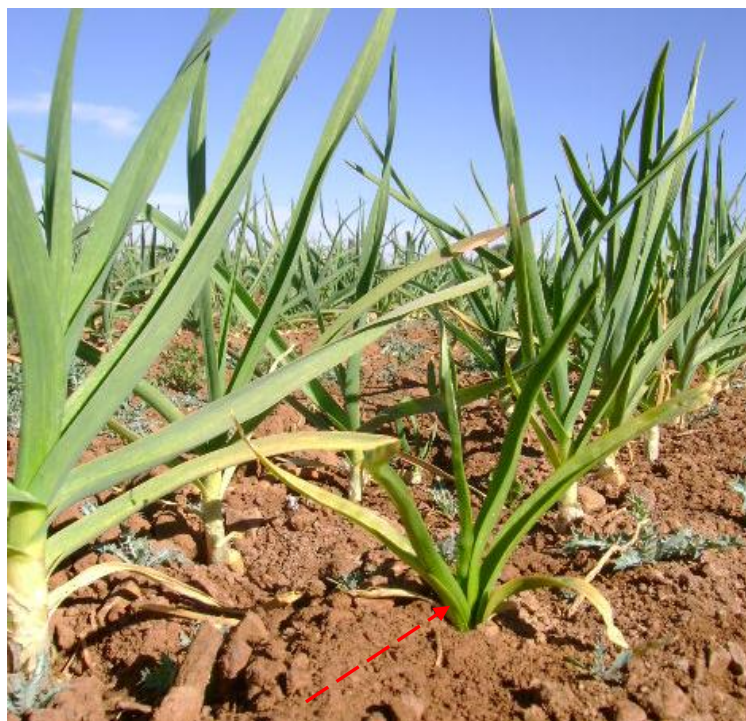


Figura 2. Planta de ajo con enanismo y aspecto ceroso y clorótico asociados con infecciones virales (Flecha roja).



Figura 3. Hoja de planta de ajo mostrando síntomas de mosaico difuso, síntoma asociado con la infección por LYSV y SLV.



Figura 4. Hoja de planta de ajo mostrando franjas o puntos amarillos consistentemente asociados con infecciones virales provocadas por OYDV, LYSV, SLV y GarCLV.

Manejo de enfermedades virales en ajo

La reproducción asexual del ajo ha permitido la acumulación y diseminación de este tipo de enfermedades y dificulta su manejo exitoso ya que una planta infectada con estos patógenos no es curable. A continuación se enlista un grupo de medidas para reducir el impacto de estas enfermedades y cada productor o grupo de productores de ajo debe adaptarlas a sus propias necesidades o recursos. Cada una de estas medidas tiene un valor específico que se va agregando para alcanzar un éxito mayor, por lo tanto se quiere aplicar el mayor número de ellas.

Producción de plantas libres de virus

De acuerdo con Burba (2003) el proceso de eliminación de virus de las plantas de ajo consume no menos de cuatro a cinco años y requiere de elevados costos de producción. Debido a que no todos los virus de ajo afectan el rendimiento en la misma proporción, es necesario conocer previamente cual o cuáles de ellos representan la mayor amenaza y sobre de ellos enfocar los mayores esfuerzos. En Argentina (Conci *et al.*, 2003a) el proceso de producción de plantas libres de virus incluye materiales seleccionados por las estaciones experimentales o materiales

seleccionados por los propios productores de ajo. De acuerdo con van Dijk (1994) este tipo de programas de producción de plantas libres de virus son costosos y requieren además, de un servicio de inspección. Para 1994 en Francia, el volumen de la producción anual de bulbos madre certificados fue de alrededor de 2, 500 toneladas (Messiaen *et al.*, 1994).

Eliminación de virus por cultivo *in vitro* de meristemos

Mediante la técnica de producir plantas de ajo *in vitro* a partir de meristemos es posible producir plantas sanas ya que los tejidos inmaduros no diferenciados, entre ellos los meristemos apicales y radicales, presentan impedimentos físicos que, en general, los mantienen libres de patógenos sistémicos como es el caso de algunos virus; además los elementos conductores (xilema y floema) no son funcionales en este nivel y el desarrollo de los plasmodesmos se encuentra en etapa temprana de diferenciación (San Román y Nuñez, 2008).

Termoterapia

La infección viral es retardada por las altas temperaturas aplicadas previamente a la extracción de meristemos aunque la respuesta de los virus es variable; en general los pertenecientes al género *Potyvirus* son fácilmente eliminados aún sin la aplicación de termoterapia. Mientras que los *Allexivirus* requieren de un periodo de termoterapia (Conci *et al.*, 2003). Se ha reportado que el tratamiento con termoterapia elimina al OYDV en 90 a 100% de las plantas termotrataadas (Robert *et al.*, 1998).

El empleo combinado del cultivo de meristemos y termoterapia como estrategia para eliminar virus en ajo se ha utilizado en México, los resultados obtenidos mostraron que el 82.5% de las plántulas del cultivar Taiwan que recibieron ambos tratamientos resultaron negativas a la presencia de potyvirus (Pérez *et al.*, 1996). Por otro lado, la combinación del cultivo de meristemos, aplicación de termoterapia y antivirales (Rivavirina) permitió la producción de plántulas de chalote libres de OYDV y LYSV en los cultivares Jermor y Mikor (Fletcher *et al.*, 1998).

Combate de pulgones

Aunque una gran parte de los virus que afectan al cultivo de ajo son transmitidos por áfidos o pulgones, el combate de esta plaga no previene la enfermedad debido a la rapidez con que estos transmiten el o los virus, mientras se mueven a través de la parcela de ajo, alimentándose de varias plantas en busca de los hospederos más adecuados para desarrollar sus poblaciones (Davis *et al.*, 2009). Se ha reportado que la aspersion de algunos insecticidas provocan en los pulgones una mayor actividad y con esto un incremento en el número de plantas infectadas (Persley y Gambley, 2010). En Francia el arribo temprano en el ciclo de cultivo de un gran número de áfidos ha provocado que la primera multiplicación de plantas libres de virus se realice en casas sombra con de malla anti-áfidos (Messiaen *et al.*, 1994). En el Campo Experimental Zacatecas se realiza la misma práctica en pequeña escala con materiales de ajo que se sometieron a termotratamiento (Figura).



Figura 5. Micro túneles con tela Agribon usados en el Campo Experimental Zacatecas para el incremento de materiales de ajo termotratados.

Es recomendable el empleo de barreras con cultivos como avena, trigo o cebada (que soportan las bajas temperaturas del invierno) o franjas de suelo completamente desprovisto de vegetación que pueden impedir o dificultar el acceso de los pulgones al cultivo (Persley y Gambley, 2010).

Aunque no se posee información local sobre la infección de malas hierbas con estos virus, es posible que la maleza sirva de refugio para algunos de los vectores de esos virus

por lo que es siempre recomendable mantener libre de maleza dentro y alrededor de la parcela de ajo.

Eliminación de plantas con síntomas

En las parcelas comerciales de ajo se sugiere la eliminación de plantas enfermas tan pronto como sus síntomas puedan ser plenamente identificados. Esta práctica debe repetirse en varias ocasiones durante el ciclo de cultivo. Las plantas removidas deberán enterrarse profundamente o quemarse pero no abandonarse sobre la superficie del suelo en la cercanía de la parcela.

En la medida de lo posible debe evitarse que las parcelas de cebolla se localicen inmediatas a las de ajo ya que los virus que infectan a este último también pueden infectar a las plantas de cebolla.

Es frecuente que en los campos se observen plantas de cebolla mostrencas que pueden albergar a los vectores de virus y a los virus que afectan al ajo y la cebolla por lo que se sugiere destruir completamente los residuos del cultivo de cebolla.

Resistencia

Existen pocos reportes acerca de variedades de ajo que muestren resistencia a alguno de los virus ya mencionados aunque es posible que algunos clones de ajo puedan expresarla a uno o más virus (Lot *et al.*, 1998).

Literatura citada

- Abdel Wahab, A. S., Elnagar, S., and El-Sheikh, M. A. K. 2009. Incidence of aphid-borne onion yellow dwarf virus (OYDV) in alliaceae crops and associated weeds in Egypt. 4th Conference on Recent Technologies in Agriculture. P. 21 – 33.
- Burba, J. L. 2003. Ajos argentinos. Diferenciarse para ser más competitivos. *idiaXXI* 4:45-49.
- Cafrune, E. E., Peroto, M. C., and Conci, V. C. 2006. Effect of two *Allexivirus* isolates on garlic yield. *Plant Disease* 90:898-904.
- Chen, J., Chen, J., and Adams, M. J. 2001. Molecular characterization of a complex mixture of viruses in garlic with mosaic symptoms in China. *Archives of Virology* 146:1841-1853.
- Conci, V., Lunello, P., Canavelli, A., Nome, S., Bracamonte, R., Alochis, P. y Perotto, C. 2003a. Incidencia de los

- virus en la producción de ajo y su control. *idiaXXI*: 55-60.
- Conci, V. C., Canavelli, A., Lunello, P., Di Rienzo, J., Nome, S. F., Zumelzu, G., and Italia, R. 2003b. Yield losses associated with virus-infected garlic plants during five successive years. *Plant Disease* 87:1411-1415.
- Davis, R. M. 1995. Shallot latent virus. *In*: Compendium of onion and garlic diseases. Ed. by H. F. Schwartz and S. K. Mohan. APS Press. St. Paul, MN, USA. 54 p.
- Davis, R. M., Aegerter, B. J., Laemmlen, F. F., and Voss, R. E. 2009. UC IPM Pest Management Guidelines: Onion and Garlic. UC ANR Publication 3453.
- Fletcher, P. J., Fletcher, J. D., and Lewthwaite, S. L. 1998. *In vitro* elimination of onion yellow dwarf and shallot latent viruses in shallots (*Allium cepa* var. *ascalonicum* L.). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 26:23-26.
- García, A. C. R. 1998. El ajo. Cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 205 p.
- Gieck, S. L., Pappu, H. R., Hamm, P. B., and David, N. L. 2007. First report of *Onion yellow dwarf virus*, *Leek yellow stripe virus*, and *Garlic common latent virus* in garlic in Oregon. *Plant Disease* 91:461.

- Koch, M., Ta' anami, Z., Levi, S., and Salomon, R. 1995. Testing garlic cloves and bulblets for onion yellow dwarf virus by ACP-ELISA. *Phytoparasitica* 23:27-29.
- Korkmaz, S. and Cevik, B. 2009. *Leek yellow stripe virus* newly reported in Turkey. *Plant Pathology* 58:787.
- Lot, H., Chovelon, V., Souche, S., and Delecolle, B. 1998. Effects of onion yellow dwarf and leek yellow stripe viruses on symptomatology and yield loss of three French garlic cultivars. *Plant Disease* 82:1381-1385.
- Lunello, P., Ducasse, D. A., Helguera, M., Nome, S. F., Conci, V. C. 2002. An Argentinean isolate of leek yellow stripe virus from leek can be transmitted to garlic. *Journal of Plant Pathology* 84:11-17.
- Lunello, P., Di Rienzo, J., and Conci, V. C. 2007. Yield loss in garlic caused by *Leek yellow stripe virus* Argentinean isolate. *Plant Disease* 91:153-158.
- Mahmoud, S. Y. M., Abo-El Maaty, S. A., El-Borollosy, A. M., and Abdel-Ghaffar, M. H. 2007. Identification of onion yellow dwarf *Potyvirus* as one of the major viruses infecting garlic in Egypt. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 2:746-755.
- Messiaen, C. M., Lot, H., and Delecolle, B. 1994. Thirty years of France' experience in the production of

- disease-free garlic and shallot mother bulbs. *Acta Horticulturae* 358:275-280.
- Mituti, T., Marubayashi, J. M., Moura, M. F., Krause-Sakate, R., and Pavan, M. A. 2011. First report of *Shallot latent virus* in garlic in Brazil. *Plant Disease* 95:227.
- Pérez, L., Ramírez, R. y Salinas, J. G. 1996. Obtention of virus free (potyvirus) garlic plants. *Memorias. XXIII Congreso Sociedad Mexicana de Fitopatología. Resumen* 061.
- Pérez-Moreno, L., Santiago-Gómez, D., Rico-Jaramillo, E., Ramírez-Malagón, R. y Mendoza-Celedón, B. 2008. Efecto de virus fitopatógenos sobre características agronómicas y calidad del ajo (*Allium sativum* L.) en el estado de Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 26:40-48.
- Persley, D. and Gambley, C. 2010. Viruses in vegetable crops in Australia. Integrated virus disease management. Department of Employment, Economic Development and Innovation. Queensland Government. Australia. 6 p.
- Robert, U., Zel, J., and Ravnika, M. 1998. Thermotherapy in virus elimination from garlic: influences on shoot multiplication from meristems and bulb formation in vitro. *Scientia Horticulturae* 73:193-202-

- San Román, M. y Núñez, M. 2008. Familias virales presentes en los cultivos de ajo del estado Mérida-INIAHOY. Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2. 6 p.
- Shahraeen, N., Lesemann, D. E., and Ghotbi, T. 2008. Survey for viruses infecting onion, garlic and leek crops in Iran. OEPP/EPPO Bulletin 38:131-135.
- Soliman, A. M., Mahmoud, S. Y. M., and Dawood, R. A. 2012. Molecular characterization of onion yellow dwarf virus (garlic isolate) with production of virus-free plantlets. International Journal of Virology 8:61-70.
- Sutarya, R., Van-Dijk, P., Harjadi, S. S., Tjitrosomo, S., Harjadi, W., Widodo, S., and Sudarsono, W. D. 1994. Virus diseases of shallot and garlic in Java, and prospects for their control. Symposium on small scale vegetable production and horticultural economics in developing countries. Acta Horticulturae 385:134-143.
- Sutic, D. D., Ford, R. E., and Tomic, M. T. 1999. Handbook of plant virus diseases. CRC Press LLC. Boca Raton, FL, USA. 553 p.

- Van Dijk, P. 1994. Virus diseases of *Allium* species and prospects for their control. *Acta Horticulturae* 358:299-306.
- Van der Vlugt, R. A. A., Steffens, P., Cuperus, C., Barg, E., Lesseman, D.-E., Bos, L., and Vetten, H. J. 1999. Further evidence that shallot yellow stripe virus (SYSV) is a distinct potyvirus and reidentification of Welsh onion yellow stripe virus as SYSV strain. *Phytopathology* 89:148-155.
- Velásquez, V. R., Chew, M. I. Y., Reveles, H. M. y Amador, R. M. D. 2010. Enfermedades provocadas por virus en el cultivo de ajo en el norte centro de México. Folleto Técnico No. 22. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México. 62 p.
- Velásquez-Valle, R., Chew-Madinaveitia, I. Y., Amador-Ramírez, M. D. y Reveles-Hernández, M. 2010. Presencia de virus en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) en Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 28:135-143.

**COMITÉ EDITORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL
ZACATECAS**

Dr. Francisco G. Echavarría Chairez
Presidente

Dr. Alfonso Serna Pérez
Secretario

REVISIÓN TÉCNICA

M. C. Ernesto González Gaona

M.C. Luis Martín Macías Valdez

FOTOGRAFÍAS

Dr. Rodolfo Velásquez Valle

DISEÑO DE PORTADA

L.C. y T.C. Diana Sánchez Montaña

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de Julio de 2012 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 600 ejemplares

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Produce Zacatecas, A. C. por su apoyo financiero al proyecto de “Selección y Evaluación de Materiales Sobresalientes de Ajo” del cual se ha obtenido gran parte de los datos e información de esta publicación.

Al Consejo Estatal de Productores de Ajo de Zacatecas, A. C. por su apoyo en la gestión de recursos, en el suministro en materiales e insumos y por la facilidad que ha brindado al proporcionar parcelas y validación en el cultivo de ajo.

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

DIRECTORIO

Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez Dir. de Coordinación y Vinculación

PERSONAL INVESTIGADOR

Dr. Guillermo Medina García.....Agrometeorología y Modelaje
M.C. Nadiezhda Y. Ramírez CabralAgrometeorología y Modelaje
M.C. Juan Carlos López García..... Carne de Rumiantes
Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera Carne de Rumiantes
Dr. Alfonso Serna PérezFertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ing. Miguel Servin Palestina.....Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
I.I.A. Juan José Figueroa GonzálezFrijol y Garbanzo
Dr. Jorge A. Zegbe Dominguez..... Frutales
Ing. Ma. Guadalupe Zacatenco González Frutales
M.C. Valentín Melero Meraz Frutales
Ing. Manuel Reveles Hernández Hortalizas
M.C. Enrique Medina Martínez Maíz
M.C. Francisco A. Rubio AguirrePastizales y Recursos Forrajeros
Dr. Ramón Gutiérrez LunaPastizales y Recursos 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
M.C. Blanca I. Sánchez Toledano Socioeconomía

