

Enfermedades provocadas por VIRUS EN EL CULTIVO DE AJO en el norte centro de México



GOBIERNO
FEDERAL

MÉXICO
2010

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. 22

ISBN: 978-607-425-328-3

Junio 2010

25 Aniversario Ciencia y Tecnología para el Campo



Vivir Mejor

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

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

MC. Mariano Ruiz-Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez
Subsecretario de Desarrollo Rural

Dr. Pedro Adalberto González
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General

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

M. Sc. Arturo Cruz Vázquez
Encargado del despacho de la 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

MC. Agustín F. Rumayor Rodríguez
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

Enfermedades provocadas por virus en el cultivo de ajo en el norte centro de México

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Progreso No.5, Barrio de Santa Catarina

Delegación Coyoacán

C.P. 04010 México, D.F.

Teléfono (55) 3871-7800

ISBN: 978-607-425-328-3

Primera Edición 2010

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:

Velázquez, 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. CIRNOC-INIFAP. 62 p.

ENFERMEDADES PROVOCADAS POR VIRUS EN EL CULTIVO DE AJO EN EL NORTE CENTRO DE MÉXICO

Rodolfo Velásquez Valle¹
Yasmin Ileana Chew Madinaveitia²
Manuel Reveles Hernández³
Mario Domingo Amador Ramírez⁴

RESUMEN

La información sobre la presencia de enfermedades provocadas por virus en el cultivo de ajo en los estados de Aguascalientes y Zacatecas, México es escasa; sin embargo, se han detectado sintomatologías parecidas a las causadas por virus. El objetivo del trabajo es compartir la información obtenida sobre la presencia de enfermedades virales tanto en parcelas comerciales como experimentales de ajo en Zacatecas y Aguascalientes. Se determinó la presencia de los virus del enanismo amarillo de la cebolla (OYDV), rayado amarillo del puerro (LYSV), latente común del ajo (Gar CLV), latente del shallot (SLV) y jaspeado del tabaco (TEV) en plantas de ajo que mostraban sintomatología como mosaicos o deformaciones, así como en plantas aparentemente sanas. En el ciclo de cultivo 2007 – 2008 los virus más frecuentemente detectados en parcelas comerciales de ajo fueron el OYDV, TEV y LYSV. Durante el ciclo de cultivo 2008 – 2009 en Zacatecas los virus más comúnmente detectados

^{1, 3, 4} Investigadores de los Programas de Fitopatología, Sistemas de Producción y Combate de Maleza del Campo Experimental Zacatecas – INIFAP; ² Investigadora del Programa de Fitopatología del Campo Experimental La Laguna – INIFAP.

fueron el OYDV y Gar CLV mientras que en Aguascalientes en parcelas experimentales se detectó al Gar CLV, LYSV Y TEV.

ABSTRACT

Information about the presence of viral diseases in the garlic crop in the states of Aguascalientes and Zacatecas is scarce; however, virus like – symptomatologies have been detected. The objective of this work is to share the information obtained in commercial and experiment garlic fields in Aguascalientes and Zacatecas. It was determined the presence of the onion yellow dwarf virus (OYDV), leek yellow stripe virus (LYSV), garlic common latent virus (Gar CLV), shallot latent virus (SLV) and tobacco etch virus (TEV) in garlic plants that showed symptoms like mosaic or deformations as well as apparently healthy plants. In the 2007 – 2008 crop season the commonest viruses in commercial garlic fields were OYDV, TEV and LYSV. During the 2008 – 2009 crop season in Zacatecas the commonest viruses were OYDV and Gar CLV while in Aguascalientes Gar CLV, LYSV, and TEV were detected in experiment fields.

INTRODUCCIÓN

La zona productora de ajo (*Allium sativum* L.) en la región norte centro de México se localiza principalmente en los estados de Aguascalientes y

Zacatecas. Aunque la superficie sembrada con ajo no es constante, se menciona que en 2007 se sembraron alrededor de 2, 185 hectáreas con esta hortaliza en Zacatecas (Reveles *et al.*, 2009), lo cual ubica al estado como el principal productor de este bulbo a nivel nacional. El rendimiento promedio en Zacatecas se acerca a las 10.5 toneladas por hectárea, por lo que la producción total estatal fluctúa entre 15, 000 y 20, 000 toneladas. El cultivo de ajo es de gran importancia socioeconómica para el estado ya que se desarrolla en el campo durante el otoño – invierno cuando existen pocas alternativas para el empleo en el medio rural pero las actividades de limpieza, selección y empaclado continúan durante el resto del año. Se ha indicado que cada hectárea sembrada con ajo genera desde 180 hasta 210 jornales por ciclo de cultivo.

Entre los factores que limitan la producción de esta hortaliza en la región se encuentra la presencia de enfermedades, principalmente de origen fungoso que afectan a la semilla, raíz y/o bulbo, como la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk.), la pudrición por *Fusarium* (*Fusarium* spp.) y la pudrición por *Penicillium* (*Penicillium* spp.) (Velásquez y Medina, 2004). La ocurrencia de enfermedades provocadas por virus en las parcelas comerciales de ajo en Aguascalientes y Zacatecas ha sido poco investigada a pesar de que existen condiciones que favorecen la presencia de este tipo de enfermedades. Entre los factores que favorecen la ocurrencia de virosis de ajo se encuentra el hecho de que esta hortaliza se reproduce en forma vegetativa, lo que contribuye a incrementar el riesgo de dispersión de enfermedades virales. Por otro lado la selección de semilla se lleva a cabo en el almacén donde los

posibles síntomas de estas enfermedades ya no pueden ser observados. Otro factor que agrava la presencia de enfermedades virales en la región es el intercambio de semilla con otros estados productores como Guanajuato, Baja California Norte y aún con otros países, frecuentemente sin cumplir con los requisitos fitosanitarios requeridos para la movilización de semilla, especialmente la de origen internacional.

En esta publicación se vierte la información que sobre enfermedades provocadas por virus en el cultivo de ajo en Aguascalientes y Zacatecas ha sido reunida por investigadores de los Campos Experimentales Zacatecas y La Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias en las parcelas de productores y experimentales de esta región.

LITERATURA REVISADA

La presencia de enfermedades virales se menciona de una manera generalizada en todas las áreas productoras de ajo en el mundo (Bruna *et al.*,1992; Sward y Brennan, 1994); sin embargo, su estudio ha sido lento debido a que la mayoría de las variedades se encuentran infectadas por un complejo de virus difíciles de separar e identificar ya que tienen un estrecho rango de hospederos y una gran similitud morfológica (Conci, 1997). El ajo se propaga vegetativamente por lo que la difusión de material infectado con patógenos sistémicos, como los virus, es muy alta y aunque no provocan la muerte de las plantas infectadas si producen infecciones crónicas que ocasionan severas reducciones en los rendimientos (Conci *et al.*, 2003). Su prevalencia a nivel mundial quedó demostrada en un estudio conducido por van Dijk (1993a) quién

concluyó que los virus del enanismo amarillo de la cebolla (*Onion Yellow Dwarf Virus: OYDV*) y del rayado amarillo del puerro (*Leek Yellow Dwarf Virus: LYSV*) se encontraban en el 73 y 45% de las muestras de ajo colectadas globalmente. También se ha reconocido la patogenicidad sobre el género *Allium* de otros miembros de los géneros *Potyvirus* y *Carlavirus* entre los que se encuentran los ya mencionados, OYDV, LYSV, el virus de la franja amarilla del ajo (*Garlic Yellow Stripe Virus: GYSV*), el virus latente del shallot (*Shallot Latent Virus: SLV*), el virus latente del narciso (*Narcissus Latent Virus: NLV*), el virus latente común del ajo (*Garlic Common Latent Virus: Gar CLV*) así como otros virus serológicamente relacionados al virus latente del clavel (*Carnation Latent Virus: CLV*) (Conci *et al.*, 1992; Barg *et al.*, 1997; Lunello *et al.*, 2000). La variación genética dentro de estos patógenos se ha

evidenciado por la presencia de cepas serológicamente distintas de OYDV, LYSV y SLV (van Dijk, 1993; Barg *et al.*, 1997).

Ramírez-Malagón *et al.* (2006), en México estudiaron la distribución de las partículas virales en los órganos de las plantas de ajo encontrando que su distribución, ya sea en los dientes de un bulbo o en las hojas de una planta no es uniforme confirmando lo señalado en Argentina por Cafrune y Conci (1999) en el sentido de que la concentración viral en la planta puede cambiar de acuerdo con la variedad, tratamiento antiviral y duración del mismo. En otros estudios Koch *et al.* (1995) en Israel indicaron que se detectó al OYDV en hojas, dientes y bulbos aéreos de las variedades de ajo Frankon, Shevat y Shani aunque la concentración de partículas virales en esos tejidos resultó similar.

De acuerdo con Pérez-Moreno *et al.* (2007) en Guanajuato, México se confirmó la presencia de cuatro virus (Gar CLV, OYDV, LYSV y SLV) en muestras de follaje de plantas de ajo colectadas en los municipios de San Miguel Allende, San Luis de la Paz, Valle de Santiago, Salamanca y Villagrán.

Una parte importante de los virus que infectan al ajo es transmitido por ácaros; ellos integran un nuevo grupo de virus de plantas denominados *Allexivirus*, de los cuales se han identificado seis variantes (*GarV-A, B, C, D, E, y X*) (Conci *et al.*, 2001).

Otros *Potyvirus* como el virus del mosaico del pepino (*Cucumber Mosaic Virus: CMV*) y el del mosaico del tabaco (*Tobacco Mosaic Virus: TMV*) que son comunes a hortalizas como pepino (*Cucumis sativus* L.) o chile (*Capsicum annuum* L.) también han sido reportados afectando al cultivo de ajo (Pérez y Rico, 2004).

En el norte centro de México los reportes sobre estas enfermedades son escasos; un reporte previo (Velásquez y Amador, 2009) señalaba que el 65% de las plantas de ajo colectadas en Aguascalientes que no mostraban síntomas de origen viral resultaron positivas para la presencia de *Potyvirus*. Anteriormente Velásquez *et al.* (2007) mencionaron la presencia en Zacatecas de plantas de ajo con una sintomatología no descrita previamente y que involucraba enanismo, deformación, poca o nula diferenciación de dientes y aspecto encerado.

Según García (1998) una vez que una planta de ajo es infectada por un virus se presenta una serie de desordenes fisiomorfológicos, cuya característica principal es un mosaico en las hojas. Este es uno de los síntomas más comúnmente asociados con las enfermedades virales y por lo menos tres virus (OYDV,

LYSV y Gar CLV) han sido identificados en plantas de ajo con ese síntoma; evidenciando además, la existencia de infecciones mezcladas de virus (Takaichi *et al.*, 2001; Gieck *et al.*, 2007). Sin embargo, también se mencionan otras sintomatologías asociadas con la infección viral de plantas de ajo que incluyen enanismo, estriado clorótico–amarillento, follaje rizado, venación hinchada y bulbos pequeños (30 – 50% menores que los normales) (Peña-Iglesias, 1988b).

Los principales virus que afectan al cultivo de ajo son transmitidos en forma no persistente por áfidos o pulgones como *Myzus persicae* Sulzer, *M. ascalonicus* Doncaster y posiblemente *Aphis fabae* Scopoli. En Egipto Abd El-Wahab (2009) señaló que los áfidos más eficientes en la transmisión de OYDV – G y LYSV – G fueron *M. persicae*, *A. craccivora* Koch, *A. gossypi* Glover y *Acyrtosiphon pisum* Harris. Ácaros de la

familia Eriophyidae como *Aceria tulipae* Keifer también pudieran estar involucrados en la transmisión de virus de ajo (American Phytopathological Society, 1995; van Dijk, 1993b; Peña-Iglesias, 1988a; Yamashita *et al.* 1996). En el cultivo de cebolla (*A. cepa* L.) también se menciona el papel de los trips (*Thrips tabaci* Lindeman) en la transmisión del virus de la mancha amarilla del Iris (*Iris Yellow Spot Virus*: IYSV); en Israel los biotipos de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) fracasaron en la transmisión de ese patógeno (Kritzman *et al.*, 2001; Gent *et al.*, 2004; Goldberg, 2005). En Zacatecas se ha confirmado la presencia de *T. tabaci* (Velásquez *et al.*, 2009).

La importancia económica de las enfermedades provocadas por virus es variable aunque se indica que una infección mezclada de OYDV y LYSV en plantas de ajo resultó en una reducción de rendimiento de más

del 25% (Koch y Salomon, 1994) aunque Takaichi *et al.* (2001) mencionan que la infección solamente por LYSV causa poco efecto en el peso de los bulbos, en cambio la infección mixta por OYDV, LYSV y otros virus transmitidos por ácaros causan síntomas severos y, por consiguiente, reducciones considerables en el peso de los bulbos. Lot *et al.* (1998) informan que el OYDV puede abatir el rendimiento de ajo entre 39 y 60%, mientras que la infección por LYSV solamente lo reduce entre 17 y 54%, dependiendo, en ambos casos, de la variedad de ajo. Según van Dijk (1993b), aunque los carlavirus Gar CLV y SLV son detectados en plantas enfermas no se considera que causen síntomas severos en el caso de infecciones individuales. De acuerdo con García (1998) el impacto de las enfermedades virales es de tal magnitud que en dos

años se puede contaminar todo un lote de semilla libre de virus.

MATERIALES Y MÉTODOS

Presencia de *Potyvirus* en parcelas de ajo en Aguascalientes

Durante el ciclo de cultivo 2001 – 2002 se colectaron 44 muestras de plantas de diferentes variedades de ajo en los municipios productores de esta hortaliza en Aguascalientes. La mitad de estas muestras mostraba síntomas de posible origen viral, mientras que la otra mitad correspondía a muestras aparentemente sanas. A todas se les determinó la presencia de *Potyvirus* empleando la técnica ELISA para proteínas de cubierta.

Incidencia de ajos “encerados” en parcelas comerciales en Zacatecas

Entre febrero y abril de 2008 se realizaron recorridos en las principales áreas productoras de ajo en Zacatecas para cuantificar la incidencia de ajos “encerados” en parcelas comerciales. Se evaluó la presencia de plantas achaparradas, con hojas de apariencia brillante o cerosa (de donde se les denomina “encerados”), inclinadas hacia el suelo, el bulbo de esas plantas con poca o ninguna diferenciación de dientes (Figuras 1, 2 y 3). En cada parcela visitada se seleccionó al azar una cama o surco, dependiendo del sistema de siembra y se contaron en 100 plantas consecutivas aquellas que presentaban la sintomatología descrita con lo que se calculó el porcentaje de incidencia de ajos “encerados”.



Figura 1. Planta de ajo “encerado” mostrando follaje ceroso, enanismo y deformación característica de este tipo de plantas.



Figura 2. Planta de ajo con follaje clorótico, achaparrada y con deformación foliar características de los ajos “encerados”.



Figura 3. Cortes transversales de bulbos provenientes de plantas con síntomas de “encorado” (derecha) y sanas (izquierda).

Incidencia de ajos “encorados” en diferentes fechas de siembra

Durante los ciclos de cultivo 2006 – 2007 y 2007 – 2008 se determinó la incidencia de esta sintomatología en parcelas experimentales del programa de mejoramiento genético de ajo del Campo Experimental Zacatecas establecidas con diferentes variedades de ajo en distintas fechas de siembra. En ambos ciclos de

cultivo se contó el número de plantas enfermas y sanas en dos hilos de siembra de cada parcela. Las fechas de siembra en el primer ciclo de cultivo fueron Octubre 4, Noviembre 3 y 28 de 2006 mientras que en el segundo ciclo de cultivo la siembra se realizó el día 15 de cada mes entre Agosto y Noviembre de 2007. Se muestrearon ocho y nueve variedades durante el primer y segundo ciclo de cultivo respectivamente (Cuadro 3). Durante el primer ciclo solo se realizó un muestreo de incidencia de ajos “encerados” a mediados de mayo de 2007 en tanto que en el segundo ciclo se llevaron a cabo cuatro muestreos entre enero y mayo de 2008.

Presencia de virus en ajos “encerados”

En las parcelas comerciales de ajo donde se determinó la incidencia de ajos “encerados” se colectaron

muestras de ese tipo de plantas que se sometieron a la prueba ELISA para detección de virus empleando los antisueros para las proteínas de cubierta del OYDV, LYSV, SLV, Gar CLV y TEV siguiendo la técnica aplicada por Pérez-Moreno *et al.* (2008).

Incidencia de virus en parcelas comerciales y experimentales de ajo en Zacatecas y Aguascalientes

Se llevaron a cabo recorridos en parcelas comerciales y experimentales de ajo localizadas en la zona productora de este bulbo en el centro y sur de Zacatecas durante los ciclos de cultivo 2007 – 2008 y 2008 – 2009 y en el ciclo de cultivo 2009 – 2010 en el centro de Aguascalientes para coleccionar plantas con sintomatología de posible origen viral como amarillamientos, enanismo, deformaciones, etc. o aún plantas aparentemente sanas. Durante el primer ciclo

en Zacatecas se colectaron muestras de follaje de plantas de diferentes variedades de ajo en los municipios de Guadalupe, Morelos y Villa de Cos; mientras que en el segundo ciclo se obtuvieron muestras en los municipios de Morelos, Ojocaliente, Sain Alto y Villa de Cos. Dentro de cada parcela se colectó un número variable de plantas, generalmente cuatro, las cuales se analizaron separadamente. Se registró la sintomatología observada en cada muestra obtenida; en forma adicional se obtuvo una muestra de follaje de una planta sin síntomas aparentes de infección viral. La mayoría de las muestras colectadas consistían de follaje aunque ocasionalmente se incluyeron otros tejidos como el escapo o tallo floral. Las muestras se trasladaron al laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental La Laguna (INIFAP) en Matamoros, Coahuila, México, donde se

sometieron a pruebas para la detección de virus empleando la técnica de inmunoabsorción enzimática denominada sándwich de doble anticuerpo (DAS – ELISA) (Pérez-Moreno *et al.*, 2008). Se utilizaron los anticuerpos para las proteínas de cubierta de los virus del enanismo amarillo de la cebolla (OYDV), del rayado amarillo del puerro (LYSV), latente del shallot (SLV), latente común del ajo (Gar CLV) y jaspeado del tabaco (TEV). La lectura de absorbancia se realizó en un espectrofotómetro Plate Reader Marca DAS Mod. A1, a una longitud de onda de 405 nm para todos los virus con excepción de SLV donde la longitud de onda fue de 605 nm. Como criterio para determinar el límite de detección se utilizó el valor triplicado de la desviación estandar (S) del testigo negativo (Ramírez-Malagón *et al.*, 2006). Los valores superiores a este límite de

detección se consideraron positivos para el virus analizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Presencia de *Potyvirus* en parcelas de ajo en Aguascalientes

Se obtuvieron 22 muestras de ajo; cada una de ellas consistía de una submuestra proveniente de una planta con síntomas de posible origen viral y otra submuestra proveniente de una planta aparentemente sana. Las muestras obtenidas pertenecían a las variedades Perla, California, Chino y Europeo en el 59.1, 22.7, 9.1 y 9.1% del total de muestras obtenidas. Se detectaron miembros del género *Potyvirus* en todas las variedades muestreadas aunque el 81.8% de las muestras procedentes de plantas aparentemente sanas resultaron positivas para estos patógenos mientras que solamente el 77.2% de las muestras pertenecientes a

plantas con síntomas de origen viral fueron positivas para la presencia de potyvirus (Cuadro 1). Es importante destacar que el 80.7, 80, 50 y 100% de las plantas aparentemente sanas de las variedades de ajo Perla, California, Chino y Europeo respectivamente, manifestaron resultados positivos a la presencia de potyvirus, lo cual revela el alto grado de contaminación viral en las plantas aparentemente sanas.

Cuadro 1. Presencia de *Potyvirus* en variedades de ajo colectadas en parcelas comerciales en Aguascalientes, México.

Muestra	Variedad	Sanas	Enfermas	Muestra	Variedad	Sanas	Enfermas
1	Perla	- *	-	2	Perla	-	-
3	Perla	+ **	+	4	Perla	+	+
5	Perla	+	+	6	Perla	+	+
7	Perla	+	+	8	Perla	+	+
9	Perla	+	+	10	Perla	+	-
11	Perla	+	+	12	Perla	+	+
13	Perla	+	+	14	California	+	+

15	California	+	+	16	California	+	+
17	California	+	+	18	California	-	+
19	Chino	+	+	20	Chino	-	+
21	Europeo	+	-	22	Europeo	+	-

* Muestra negativa a la presencia de *Potyvirus*;

** Muestra positiva a la presencia de *Potyvirus*.

Incidencia de ajos “encerados” en parcelas comerciales en Zacatecas

Se visitaron 27 parcelas comerciales de ajo en cinco municipios de Zacatecas: Enrique Estrada, Calera de V. R., Villa de Cos, Morelos y Ojocaliente (Cuadro 2), de las cuales el 85.1% presentaron plantas con la sintomatología típica de ajos “encerados”. Las variedades de ajo muestreadas incluían Coreano (14.8% de las parcelas), Chino (29.6%), Jaspeado Calera (51.8%) y Ensenada (3.7%). La incidencia de ajos “encerados” varió desde 1 hasta 5%, independientemente de la variedad o localización de la parcela. La incidencia promedio de ajos “encerados”

por variedad osciló desde 1.0, 2.1, 3.0 hasta 3.5% en las variedades Ensenada, Jaspeado Calera, Chino y Coreano, respectivamente. En cuanto a la incidencia promedio de ajos “encerados” por municipio, se encontró que fue mayor en las parcelas ubicadas en el municipio de Enrique Estrada (3.5%) seguidas por las localizadas en los municipios de Ojocaliente, Morelos, Villa de Cos y Calera de V. R. con incidencia promedio de 3.0, 2.5, 2.1 y 2.0% respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Incidencia de ajos “encerados” en parcelas comerciales de Zacatecas, México durante el ciclo de cultivo 2007 – 2008.

Parcela	Localización	Variedad	Incidencia (%)
1	Enrique Estrada	Coreano	3
2	Enrique Estrada	Coreano	5
3	Enrique Estrada	Coreano	5
4	Enrique Estrada	Chino	3
5	Enrique Estrada	Chino	4
6	Enrique Estrada	Coreano	1
7	Calera de V. R.	Chino	3
8	Calera de V. R.	Chino	1

9	Villa de Cos	Jaspeado Calera	1
10	Villa de Cos	Jaspeado Calera	5
11	Villa de Cos	Jaspeado Calera	3
12	Villa de Cos	Jaspeado Calera	1
13	Villa de Cos	Jaspeado Calera	1
14	Villa de Cos	Ensenada	1
15	Villa de Cos	Chino	0
16	Villa de Cos	Jaspeado Calera	3
17	Villa de Cos	Jaspeado Calera	0
18	Villa de Cos	Jaspeado Calera	1
19	Villa de Cos	Chino	0
20	Villa de Cos	Chino	5
21	Villa de Cos	Chino	2
22	Villa de Cos	Jaspeado Calera	1
23	Villa de Cos	Jaspeado Calera	0
24	Villa de Cos	Jaspeado Calera	1

25	Morelos	Jaspeado Calera	4
26	Morelos	Jaspeado Calera	1
27	Ojocaliente	Jaspeado Calera	3

Incidencia de ajos “encerados” en diferentes fechas de siembra

Ciclo de cultivo 2006 – 2007

Plantas de ajo con la sintomatología característica se detectaron en las tres fechas de siembra aunque solamente afectó cuatro variedades en la fecha de siembra más temprana (Octubre 4) y tres variedades en las fechas de siembra posteriores, además, los valores superiores de incidencia se alcanzaron en las parcelas establecidas en la fecha más temprana (Cuadro 3). Independientemente de las fechas de siembra, las variedades con mayor incidencia de ajos “encerados” fueron Ensenada (1.09%), Europeo

(0.67%) y Coreano Zacatecas (0.69%). No se registraron plantas de ajo “encerado” en las variedades Jaspeado Calera, Blanco P y Blanco Perla en ninguna de las tres fechas de siembra; las plantas de otras variedades como Blanco T y Blanco HN tampoco exhibieron síntomas en las dos últimas fechas de siembra (Cuadro 3).

Ciclo de cultivo 2007 – 2008

Se detectó la presencia de la sintomatología en las cuatro fechas de siembra afectando la mayoría de las variedades de ajo; solamente la variedad Blanco Perla no presentó plantas “enceradas” en la primera fecha de siembra (Agosto 15). Las parcelas de las variedades Blanco Perla, Blanco HN y Chino BC tenían mayor porcentaje de plantas con síntomas en las fechas de siembra tardías, mientras que en el resto de las variedades se observó un comportamiento errático con

alta incidencia en fechas de siembra intermedias o solamente en la fecha de siembra temprana o final sin que pueda identificarse un patrón generalizado. En este ciclo de cultivo destacan por la alta incidencia de ajos “encerados” las variedades Coreano Zacatecas (8.51%), Jaspeado Calera (5.26%) y Blanco P (5.0%), independientemente de la fecha de siembra (Cuadro 3).

Cuadro 3. Incidencia de ajos “encerados” en variedades de ajo sembradas en diferentes fechas de siembra en los ciclos de cultivo 2006 – 2007 y 2007 – 2008 en Zacatecas, México.

Variedad	Fechas de siembra						
	2006 – 2007			2007 – 2008			
	04/10	03/11	28/11	15/08	15/09	15/10	15/11
Jaspeado Calera	0.0*	0.0	0.0	5.26	2.08	3.65	3.53
Chino BC	0.0	0.34	0.31	1.03	1.0	2.0	3.03
Ensenada	1.09	0.0	0.58	4.95	0.95	1.12	4.46
Europeo	0.67	0.62	0.64	4.76	2.38	2.77	1.90
Coreano Zacatecas	0.69	0.60	0.0	3.09	8.51	5.55	3.88
Blanco HN	0.30	0.0	0.0	0.83	1.98	2.19	4.58
Blanco P	0.0	0.0	0.0	1.75	5.0	4.58	2.85
Blanco T	-----	0.0	0.0	4.38	2.06	2.02	2.97

Blanco Perla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.94	1.56	2.41
--------------	-----	-----	-----	-----	------	------	------

* Porcentaje de incidencia.

La incidencia final de esta sintomatología en ambos ciclos de cultivo parece diferente ya que en el primer ciclo la variedad con mayor incidencia de ajos “encerados” resultó Ensenada (1.09%) en tanto que en el segundo ciclo ese lugar correspondió a la variedad Coreano Zacatecas (8.51%). Por otro lado, los mayores valores de incidencia de ajos “encerados” en el primer ciclo de evaluación se registraron en parcelas sembradas en la fecha de siembra temprana (4 de Octubre) mientras que el valor más alto de incidencia (8.51%) correspondió a Coreano Zacatecas sembrada en una fecha intermedia (15 de Septiembre).

Presencia de virus en ajos “encerados”

El análisis para determinar la presencia de virus en plantas de ajo “enceradas” pertenecientes a 10

variedades resultó positivo a por lo menos a un virus en el 59.1% de las muestras. Es posible que se hayan registrado muestras negativas debido a la baja titulación del o los virus potencialmente presentes en los tejidos analizados según han explicado Pérez-Moreno *et al.* (2008). En el follaje de las plantas de ajo con síntomas de “encerado” se identificaron cuatro virus: TEV, OYDV, Gar CLV y LYSV. Los virus más frecuentemente detectados fueron el TEV, presente en siete variedades (Chino, Ahualulco, Sainero, Blanco Perla, Jaspeado Calera, Europeo y Ensenada); OYDV en las variedades Chino, Sainero, Blanco Perla, Blanco HN y Ensenada, Gar CLV en las variedades Blanco Perla, Blanco HN, Jaspeado Calera y Europeo, LYSV en Blanco Perla, Ahualulco y Chino.

En las muestras de las variedades Chino (colecta de Morelos) y Coreano Zacatecas se identificó un solo

virus (LYSV y Gar CLV respectivamente), mientras que en el resto de las muestras se identificaron dos o más virus sobresaliendo el caso de las muestras de la variedad Blanco Perla donde se detectaron los cuatro virus mencionados previamente (Cuadro 4). Con excepción del TEV, el resto de los virus ya habían sido reportados en otras áreas productoras del mundo y en México, particularmente en las parcelas de ajo en Guanajuato (Pérez-Moreno *et al.*, 2007). El porcentaje de detección de esos virus, independientemente de la variedad, fue de 20.4, 18.1, 18.1 y 11.3 para Gar CLV, OYDV, TEV y LYSV respectivamente; estos resultados no concuerdan con los obtenidos en Guanajuato por Pérez-Moreno *et al.* (2007), quienes señalan que el virus más frecuentemente detectado fue el OYDV seguido por el LYSV. La diferencia entre los resultados obtenidos en Zacatecas y Guanajuato puede deberse a

la interacción de factores como las distintas variedades muestreadas en cada región, la titulación del o los virus presentes en cada muestra, la etapa fenológica en que se encontraba el cultivo al momento del muestreo y las diferentes condiciones agroecológicas prevalentes en ambos estados.

La presencia de TEV es común en otros cultivos (American Phytopathological Society, 2003) que son ampliamente cultivados en Zacatecas como chile (*Capsicum annuum* L.); sin embargo, no existe evidencia experimental generada en Zacatecas que permita relacionar este virus en ambos cultivos. Las plantas de ajo pueden ser infectadas por otros virus como el CMV, el mosaico del tabaco (*Tobacco mosaic virus*: TMV) y del cascabel del tabaco (*Tobacco rattle virus*: TbRV) (Pérez y Rico, 2004) pero TEV no había sido previamente asociado con plantas de ajo. Por otro

lado, solamente se detectó la presencia de virus en bulbos en formación de las variedades Europeo y Jaspeado Calera; en ambos casos se identificó al Gar CLV pero se requiere analizar más detalladamente bulbos maduros de donde puede extraerse “semilla” que al encontrarse infectada con este u otro virus puede acarrear su carga viral al siguiente ciclo de cultivo o diseminarla en otras áreas de cultivo como ha sido señalado previamente por otros autores (Conci *et al.*, 2002; Majumder *et al.*, 2008).

Cuadro 4. Variedades de ajo con síntomas de “encerado” y virus detectados en follaje y bulbos en formación en Zacatecas, México.

Variedad	Origen	Virus detectados
Chino	Enrique Estrada	OYDV, TEV
Ahualulco	Morelos	LYSV, TEV
Sainero	Morelos	OYDV, TEV
Blanco Perla	Morelos	Gar CLV, LYSV, OYDV, TEV
Chino	Morelos	LYSV

Blanco HN	Morelos	Gar CLV, OYDV
Jaspeado Calera*	Morelos	Gar CLV, TEV
Europeo*	Morelos	Gar CLV, TEV
Ensenada	Morelos	OYDV, TEV
Coreano Zacatecas	Morelos	Gar CLV

* Detección en bulbo en formación

Incidencia de virus en parcelas comerciales y experimentales de ajo en Zacatecas y Aguascalientes

Ciclo de cultivo 2007 – 2008

En este ciclo de cultivo se colectaron 51 muestras, de las cuales el 52.9% correspondieron a parcelas comerciales y el resto se obtuvo en parcelas experimentales establecidas dentro de las instalaciones del Campo Experimental Zacatecas. Los síntomas asociados con enfermedades virales más comúnmente detectados en este ciclo fueron mosaicos difusos o amarillos (95.2%) o franjas amarillas y deformaciones de la vena central (4.8%) (Figuras 4 y 5).



Figura 4. Follaje de plantas de ajo mostrando mosaico amarillo asociado con infección viral.



Figura 5. Hoja de ajo mostrando deformaciones en la venación asociadas con infección viral.

En esta etapa destaca la identificación del TEV en la mayoría de las variedades muestreadas; es importante señalar que este virus no ha sido reportado atacando ajo o cebolla a nivel nacional o global (American Phytopathological Society, 1995; Sutic *et al.*, 1999; Pérez y Rico, 2004). Estos resultados confirman un reporte previo (Velásquez *et al.*, 2007) que asociaba la sintomatología de ajos “encerados” con la presencia de TEV en variedades como Jaspeado Calera, Coreano, Europeo y Ensenada, aunque es necesario considerar que en ese estudio las plantas colectadas durante el ciclo de cultivo 2006 – 2007 no se sometieron a las pruebas de ELISA para detección de otros virus comunes en ajo como OYDV, LYSV, Gar CLV, entre otros, y por lo tanto no se puede descartar su presencia en las muestras que resultaron positivas para TEV.

En los tres municipios muestreados (Morelos, Guadalupe y Villa de Cos del estado de Zacatecas) durante el ciclo de cultivo 2007 – 2008 se encontraron plantas de ajo infectadas por uno o más virus; el municipio con mayor porcentaje de detección correspondió a Guadalupe (25%) seguido por Morelos y Villa de Cos con 16.6 y 14% respectivamente.

Se detectaron uno o más virus en el 43.1% de las muestras obtenidas, independientemente de su origen geográfico, variedad o tipo de producción; esta incidencia general de virosis en las parcelas de ajo en Zacatecas parece moderada toda vez que existen reportes de incidencia de enfermedades virales como la provocada por el *Garlic Virus A* que puede alcanzar hasta el 70% de las muestras analizadas (Lunello *et al.*, 2000).

En las parcelas experimentales y comerciales se identificaron los mismos virus cambiando únicamente la proporción en que fueron detectados; en parcelas experimentales se identificó al OYDV (16.6% del total de muestras), Gar CLV (16.6%), LYSV (8.3%) y TEV (25%), mientras que en parcelas comerciales se identificó al OYDV (33.3%), Gar CLV (3.7%), LYSV (11.1%) y TEV (25.9%).

Durante este ciclo de cultivo se identificaron cuatro virus mediante ELISA (OYDV, Gar CLV, LYSV y TEV) en las parcelas de ajo localizadas en Morelos, Guadalupe y Villa de Cos; únicamente Gar CLV no se detectó en las muestras colectadas en ese último municipio. Los virus más frecuentemente detectados fueron el OYDV y TEV (25.4% en ambos casos) seguidos por Gar CLV y LYSV (9.8% en cada caso) (Cuadro 5), lo cual coincide solo parcialmente con lo

reportado en Guanajuato por Pérez-Moreno *et al.* (2007) respecto a la predominancia del OYDV en ese estado.

Cuadro 5. Municipios muestreados y frecuencia de virus detectados durante el ciclo de cultivo 2007 – 2008 en Zacatecas, México.

Virus	Municipio			
	Morelos	Guadalupe	Villa de Cos	Promedio
Gar CLV	16.7 ¹	9.1	0.0	9.8
LYSV	8.3	18.1	6.2	9.8
OYDV	16.7	45.4	25.0	25.4
TEV	25.0	27.2	25.0	25.4

¹ Porcentaje de detección

Durante el ciclo de cultivo 2007 – 2008 la presencia de un solo virus por muestra se detectó en el 50% de las muestras analizadas seguidas por aquellas donde se detectaron dos y tres virus por muestra (36.3 y 13.6% respectivamente). El porcentaje de detección de un

solo virus por muestra resultó elevado si se toma en cuenta que las infecciones virales múltiples son frecuentes en este cultivo (Bruna *et al.*, 1992; Fajardo *et al.*, 2001; Pérez-Moreno *et al.*, 2007). Es probable que otros virus presentes en esas muestras no se hayan detectado por la baja titulación en las muestras examinadas así como también pudo afectar la época de muestreo (Pérez-Moreno *et al.*, 2008). En este ciclo de cultivo se examinaron muestras pertenecientes a siete variedades de ajo colectadas en parcelas experimentales o comerciales: solamente en las muestras de la variedad experimental Blanco HN no se detectaron ninguno de los cuatro virus (OYDV, Gar CLV, LYSV y TEV), por el contrario, en las muestras de las variedades Jaspeado Calera y Europeo, procedentes de parcelas comerciales y experimentales,

respectivamente, se detectaron los cuatro virus mencionados (Cuadro 6).

Cuadro 6. Presencia de virus en variedades de ajo colectadas durante el ciclo de cultivo 2007 – 2008 en Zacatecas, México.

		Ciclo de cultivo 2007 – 2008			
		Virus			
Variedad	Producción	OYDV	Gar CLV	LYSV	TEV
Jaspeado Calera	Comercial	+ ¹	+	+	+
Chino	Comercial	+	- ²	+	+
Perla Zacatecas	Experimental	+	-	-	+
Blanco P	Experimental	-	-	+	+
Blanco T	Experimental	-	-	-	+
Blanco HN	Experimental	-	-	-	-
Europeo	Experimental	+	+	+	+

¹ Muestra positiva a un virus específico; ² Muestra negativa a un virus específico.

Ciclo de cultivo 2008 – 2009

Durante este ciclo se colectaron 115 muestras de ajo en cuatro municipios: Sain Alto (7.8%), Ojocaliente

(7.0%), Morelos (22.8%) y Villa de Cos (62.2%). Las muestras de ajo colectadas correspondían a las variedades comerciales y experimentales Jaspeado Calera, Chino, Perla Zacatecas, Coreano, Europeo, Ensenada y Blanco P (Cuadro 7).

Se encontró al menos un virus en el 100% de las muestras colectadas en este ciclo de cultivo, incluyendo las provenientes de plantas aparentemente sanas. Los resultados obtenidos en este ciclo enfatizan la presencia del potyvirus OYDV y del carlavirus Gar CLV en todas las variedades de ajo muestreadas mientras que LYSV, SLV y TEV manifestaron una presencia menos consistente que los dos primeros (Cuadro 7).

Cuadro 7. Variedades de ajo, tipo de producción y virus detectados durante el ciclo de cultivo 2008 – 2009 en Zacatecas, México.

Variedad	Producción	Virus				
		OYDV	Gar CLV	LYSV	SLV	TEV
Jaspeado Calera	Comercial	+ ¹	+	+	+	+
Chino	Comercial	+	+	+	+	+
Perla Zacatecas	Experimental	+	+	- ²	-	-
Blanco P	Experimental	+	+	-	-	-
Coreano	Experimental	+	+	-	-	-
Chino	Experimental	+	+	+	+	-
Europeo	Experimental	+	+	-	-	-
Ensenada	Experimental	+	+	-	-	-
Jaspeado Calera	Experimental	+	+	-	-	-

¹ Muestra positiva a un virus específico; ² Muestra negativa a un virus específico.

La sintomatología observada en las plantas muestreadas comprendía mosaicos severos o difusos en las hojas, hoja y escapo floral unidos, venación ondulada o prominente, vena central en zigzag o de coloración amarilla, franjas amarillas más o menos continuas, hojas coriáceas, gruesas o brillantes y

plantas con espacios largos entre hojas, sin embargo, los síntomas más comunes fueron la presencia de mosaico foliar difuso seguido por la ocurrencia de franjas amarillas en las hojas y hoja y escapo floral unidos (61, 9 y 8% respectivamente) (Figuras 6 y 7). Pérez-Moreno *et al.* (2007) y Peña-Iglesias (1988b) mencionan que la sintomatología observada en plantas de ajo en Guanajuato, México y España incluía enchinamiento, mosaico, deformación de hojas, estriado amarillento y enanismo; sin embargo, la expresión de síntomas de una enfermedad es el resultado de interacciones complejas entre los genotipos del hospedero y del patógeno o patógenos y el medio ambiente por lo que se espera que existan diferencias en la descripción de las sintomatologías provocadas por virus en ajo en cada región.



Figura 6. Hoja de ajo mostrando el síntoma de mosaico difuso frecuentemente encontrado en Zacatecas durante el ciclo de cultivo 2008 – 2009.



Figura 7. Planta de ajo mostrando el escapo floral unido a la hoja más joven.



Figura 8. Detalle de hoja más joven unida al escapo floral de una planta de ajo.



Figura 9. Follaje de planta de ajo mostrando franjeado amarillo asociado con infecciones virales.

Con los resultados obtenidos mediante la prueba ELISA en este ciclo de cultivo se confirmó la presencia de cinco virus (OYDV, LYSV, Gar CLV, SLV y TEV) en las diferentes variedades de ajo en Zacatecas, México. Destaca la presencia de esos cinco virus en las muestras de las variedades comerciales Jaspeado Calera y Chino (Cuadro 7).

Se encontraron dos o más virus en las 115 muestras analizadas a pesar de que en el análisis se incluyeron muestras de plantas que en las parcelas de producción no mostraban síntomas de origen viral. A diferencia de los resultados obtenidos en el ciclo anterior (2007 – 2008) no se encontraron muestras de ajo con un solo virus; por el contrario, en el 45, 33.3, 20 y 1.6% de las muestras analizadas se identificaron 2, 3, 4 y 5 virus por muestra respectivamente, coincidiendo en este ciclo con lo señalado por otros autores (Bruna *et al.*,

1992; Fajardo *et al.*, 2001; Pérez-Moreno *et al.*, 2007) en el sentido de la alta frecuencia de infecciones virales múltiples en plantas de ajo.

Al analizar la presencia de virus en el cultivo de ajo por municipio muestreado en Zacatecas en el ciclo de cultivo 2008 – 2009 se observa que SLV, LYSV y TEV no se identificaron o se registraron en porcentajes reducidos en las muestras obtenidas en los municipios de Sain Alto, Ojocaliente y Morelos; en contraste, OYDV y Gar CLV se encontraron en todas las muestras de ajo examinadas, independientemente del municipio, variedad, tipo de producción (comercial o experimental) o sintomatología observada. En este ciclo destaca la incidencia de agentes virales en el municipio de Villa de Cos, principal productor de ajo en el estado, donde se identificaron los cinco virus considerados en el estudio (Cuadro 8), lo cual contrasta con los resultados

obtenidos en el ciclo anterior (2007 – 2008) donde ese municipio había obtenido la menor incidencia (14%) entre los municipios muestreados en ese ciclo.

La presencia de OYDV y Gar CLV fue constante en todas las muestras por lo que su incidencia resultó de 100%, seguida por la de LYSV, TEV y SLV con 54.7, 18.2 y 7.8% respectivamente (Cuadro 8).

Cuadro 8. Municipios muestreados y frecuencia de virus identificados durante el ciclo de cultivo 2008 – 2009 en Zacatecas, México.

Virus	Municipio				
	Sain Alto	Ojocaliente	Morelos	Villa de Cos	Promedio
Gar CLV	100 ¹	100	100	100	100
SLV	11.1	0.0	3.8	9.7	7.8
LYSV	0.0	0.0	3.8	86.1	54.7
OYDV	100	100	100	100	100
TEV	0.0	0.0	0.0	29.1	18.2

¹ Porcentaje de detección.

En las plantas colectadas en parcelas experimentales de ajo sembradas en el Campo Experimental Pabellón

(INIFAP) en Pabellón de Arteaga, Aguascalientes se identificaron consistentemente los virus LYSV, TEV y Gar CLV en las 18 variedades muestreadas en enero de 2010 (Cuadro 9).

Cuadro 9. Presencia de virus en variedades experimentales de ajo en Aguascalientes, México.

Virus detectados			Virus detectados				
Variedad	LYSV	TEV	Gar CLV	Variedad	LYSV	TEV	Gar CLV
Pocitas	+ ¹	+	+	Hermosillo	+	+	+
Guatemala (pr)	+	+	+	Guatemala	+	+	+
Nacajuca	+	+	+	Sonora	+	+	+
Massone	+	+	+	Español	+	+	+
Pata de perro	+	+	+	Criollo Ags.	+	+	+
Chileno	+	+	+	Perla	+	+	+
Durango	+	+	+	California	+	+	+
Ixmiquilpan	+	+	+	Nicaragua	+	+	+
Cortazar	+	+	+	Pepita	+	+	+

¹ Muestra positiva a un virus específico.

CONCLUSIONES

En las parcelas comerciales y experimentales de ajo de Aguascalientes y Zacatecas se hayan presentes los virus del enanismo amarillo de la cebolla (OYDV), del rayado amarillo del puerro (LYSV), latente común del ajo (Gar CLV), latente del shallot (SLV) y jaspeado del tabaco (TEV).

La incidencia de estos virus es variable de un ciclo de cultivo a otro y entre variedades; sin embargo, los más comunes son el del enanismo amarillo de la cebolla, el latente común del ajo y el jaspeado del tabaco. Por otro lado, destaca que algunas variedades como Jaspeado Calera y Chino exhiban incidencia de hasta 100% de los virus mencionados.

La presencia consistente de uno o más de los virus señalados en las muestras con síntomas como achaparramiento, follaje brillante o ceroso, mosaico

difuso, deformaciones, venación ondulada o prominente, vena central en zigzag, hojas coriáceas, hoja y escapo floral unidos, etc, no permite realizar una asociación entre agentes virales y sintomatología.

LITERATURA CITADA

Abd El-Wahab, A. S. 2009. Aphid-transmission garlic in Egypt, Onion yellow dwarf virus (OYDV-G) and Leek yellow stripe virus (LYSV-G). *Academic Journal of Entomology* 2:40-42.

American Phytopathological Society. 1995. Compendium of onion and garlic diseases. H. F. Schwartz and S. K. Mohan (Eds.). The APS Press. St. Paul, MN, USA. 54 p.

American Phytopathological Society, 2003. Compendium of pepper diseases. K. Pernezny, P. D. Roberts, J. F. Murphy, and N. P. Goldberg. The APS Press. St. Paul, MN, USA, 63 p.

Barg, E., Lessemann, D. E., Vetten, H. J., and Green, S. K. 1997. Viruses of alliums and their distribution in different allium crops and

geographical regions. Acta Horticulturae
433:607-616.

Bruna, V. A., Escaff, G. M. y Muñoz, S. C. 1992. Identificación del virus del enanismo amarillo de la cebolla ("Onion yellow dwarf virus") en ajo (*Allium sativum* L.). Agricultura Técnica (Chile) 52:85-89.

Cafrune, E. y Conci, V. C. 1999. Comportamiento de cultivares de ajo frente a virosis transmitidas por áfidos y ácaros. Parte I. Ajos Grupo III: Unión, Nieve INTA, Perla INTA y Lican INTA. P. 153-154. *In*: VI Curso Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo. INTA, Mendoza, Argentina. 200 p.

Conci, V. C., Nome, S. F., and Milne, R. G. 1992. Filamentous viruses of garlic in Argentina. Plant Disease 76:594-596.

Conci, V. C. 1997. Virus y fitoplasmas de ajo. p. 267-291. *In*: 50 temas sobre producción de ajo. Vol. 3. INTA. Mendoza, Argentina. 311 p.

Conci, V., Lunello, P., Canavelli, A., Nome, S., Bracamonte, R., Alochis, P. y Perotto, C. 2003. Incidencia de los virus en la producción de ajo y su control. *Idia XXI*:55-60.

- Van Dijk, P. 1993a. Survey and characterization of potyviruses and their strains of *Allium* species. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 99 (Supplement 2):1-48.
- Van Dijk, P. 1993b. Carlavirus isolates from cultivated *Allium* species represent three viruses. *Plant Pathology* 99:233-257.
- Fajardo, T. V. M., Nishijima, M., Buso, J. A., Torres, A. C., Avila, A. C. & Resende, R. O. 2001. Garlic viral complex: identification of *Potyviruses* and *Carlavirus* in Central Brazil. *Fitopatologia Brasileira* 26:619-626.
- García, A. C. R. 1998. El ajo. Cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi –Prensa. Madrid, España. 205 p.
- Gent, D. H., Schwartz, H. F., and Khosla, R. 2004. Distribution and incidence of *Iris yellow spot virus* in Colorado and its relation to onion plant population and yield. *Plant Disease* 88:446-452.
- 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.
- Goldberg, N. 2005. Iris yellow spot virus. Cooperative Extension Service. College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University. Las Cruces, NM, USA. 2 p.
- Koch, M. and Salomon, R. 1994. Serological detection of onion yellow dwarf virus in garlic. Plant Disease 78:785-788.
- Koch, M., Ta'anami, Levi, S., and Salomon, R. 1995. Testing garlic gloves and bublets for onion yellow dwarf virus by ACP – ELISA. Phytoparasitica 23:27-29.
- Kritzman, A., Lampel, M., Raccah, B., and Gera, A. 2001. Distribution and transmission of *Iris yellow spot virus*. Plant Disease 85:838-842.
- Lot, H., Chovelon, V., Souche, S., and Delecolle, B. 1998. Effects of onion yellow dwarf and leek yellow stripe viruses and yield loss of three French garlic cultivars. Plant Disease 82:1381-1385.
- Lunello, P., Bravo-Almonacid, F., Kobayashi, K., Helguera, M., Nome, S. F., Mentaberry, A., and

- Conci, V. C. 2000. Distribution of *garlic virus A* in different garlic production regions of Argentina. *Journal of Plant Pathology* 82:17-21.
- Majumder, S., Baranwal, V. K., and Joshi, S. 2008. Simultaneous detection of *onion yellow virus* and *shallot latent virus* in infected leaves and cloves of garlic by duplex RT – PCR. *Journal of Plant Pathology* 90:371-374.
- Peña-Iglesias, A. 1988a. El ajo: virosis, fisiopatías y selección clonal y sanitaria. I Parte teórico-descriptiva. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas. INIA España.* 14:461-483.
- Peña-Iglesias, A. 1988b. El ajo: virosis, fisiopatías y selección clonal y sanitaria. II Parte Científico-experimental. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas. INIA España.* 14:493-533.
- 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. México, D. F. 143 p.
- Pérez-Moreno, L., Córdova-Rosales, Z. V., Rico-Jaramillo, E., Ramírez-Malagón, R., Barboza-Corona, E., Zuñiga-Zuñiga, J., Ruiz-Castro, S. y

- Silva-Rosales, L. 2007. Identificación de virus fitopatógenos en ajo (*Allium sativum* L.) en el estado de Guanajuato, México. Revista Mexicana de Fitopatología 25:11-17.
- 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.
- Ramírez-Malagón, R., Pérez-Moreno, L. Borodanenko, A., Salinas-González, G. J., and Ochoa-Alejo, N. 2006. Differential organ infection studies, potyvirus elimination, and field performance of virus-free garlic plants produced by tissue culture. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 86:103-110-
- Revels, H. M., Velásquez, V. R. y Bravo, L. A. G. 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Libro Técnico No. 11. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México. 272 p.

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.

Sward, R. J. and Brennan, A. P. 1994. Diagnosis and control of Allium virus diseases in Victoria, Australia. *Acta Horticulturae* 358:295-298.

Takaichi, M., Nagakubo, T., and Oeda, K. 2001. Mixed virus infections of garlic determined by a multivalent antiserum and virus effects on disease symptoms. *Plant Disease* 85:71-75.

Velásquez, V. R. y Medina, A. M. M. 2004. Guía para conocer y manejar las enfermedades más comunes de la raíz del ajo en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto para Productores Núm. 34. Campo Experimental Pabellón – INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 18 p.

Velásquez, V. R., Reveles, H. M. y Amador, R. M. D. 2007. Incidencia de una virosis de ajo en diferentes fechas de siembra en Zacatecas. *In: Memoria. 13° Simposio Estatal de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Aguascalientes, México.* p. 35.

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.

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.

Yamashita, K., Sakai, J., and Hanada, K. 1996. Characterization of a new virus from garlic (*Allium sativum* L.), garlic mite-borne mosaic virus. Annals of the Phytopathological Society of Japan 62:483-489.

**COMITÉ EDITORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL
ZACATECAS**

M. Sc. Agustín F. Rumayor Rodríguez Presidente

Ph. D. Mario D. Amador Ramírez Secretario

Ph. D. Alfonso Serna Pérez Vocal

REVISIÓN TÉCNICA

Ing. Candelario Serrano

M. C. Ernesto González Gaona

DISEÑO DE PORTADA

Lic. Diana Sánchez Montaña

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de
Junio de 2010 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 1000 ejemplares

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

M.C. Agustín F. Rumayor Rodríguez Dir. de Coordinación y Vinculación

PERSONAL INVESTIGADOR

Dr. Alfonso Serna Pérez Suelo y Agua
M.C. Blanca I. Sánchez Toledano Socioeconomía
M.C. Enrique Medina Martínez Maíz y Frijol
M.C. Francisco Rubio Aguirre Pastizales y Forrajes
Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez Suelo y Agua
Dr. Guillermo Medina García Modelaje
Dr. Jaime Mena Covarrubias Sanidad Vegetal
Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez Frutales Caducifolios
M.V.Z. Juan Carlos López García Caprinos-ovinos
I.T.A. Juan José Figueroa González Frijol
Dr. Luis Roberto Reveles Torres Recursos genéticos
M.C. Ma. Dolores Alvarado Nava Valor Agregado
Ing. Ma. Guadalupe Zacatenco González Frutales Caducifolios
Ing. Manuel Reveles Hernández Hortalizas
MC. Manuel de Jesús Flores Nájera Ovinos-Caprinos
Dr. Mario Domingo Amador Ramírez Sanidad Vegetal
Dr. Miguel Ángel Flores Ortiz Pastizales y Forrajes
Ing. Miguel Servin Palestina Suelo y Agua
M.C. Nadiezhda Y. Z. Ramírez Cabral Modelaje
Dr. Ramón Gutiérrez Luna Pastizales y Forrajes
Ing. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez Bioenergéticos
Dr. Rodolfo Velásquez Valle Sanidad Vegetal
M.C. Román Zandate Hernández Frijol

