

SANIDAD DE LA SEMILLA DE AJO EN AGUASCALIENTES Y ZACATECAS, MÉXICO

RODOLFO VELÁSQUEZ-VALLE, MANUEL REVELES-HERNÁNDEZ
Y LUIS ROBERTO REVELES-TORRES



SECRETARIA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

VÍCTOR MANUEL VILLALOBOS ARÁMBULA
Secretario

MIGUEL GARCÍA WINDER
Subsecretario de Agricultura

VÍCTOR SUÁREZ CARRERA
Subsecretario de Autosuficiencia Alimentaria

DAVID MONREAL ÁVILA
Coordinador General de Ganadería

SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA
Coordinador General de Desarrollo Rural

IGNACIO OVALLE FERNÁNDEZ
Titular del organismo Seguridad Alimentaria Mexicana

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

DR. JOSÉ FERNANDO DE LA TORRE SÁNCHEZ
Director General

DR. RAÚL G. 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

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

DR. ARTURO DANIEL TIJERINA CHÁVEZ
Director Regional

DR. FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ
Director de Investigación

ING. RICARDO CARRILLO MONSIVÁIS
Director de Administración

M.C. RICARDO ALONSO SÁNCHEZ GUTIERREZ
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

SANIDAD DE LA SEMILLA DE AJO EN AGUASCALIENTES Y ZACATECAS, MÉXICO

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

ISBN: 978-607-37-1064-0

Primera Edición: Diciembre 2018

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

Cita correcta:

Velásquez-Valle, R., Reveles-Hernández, M. y Reveles-Torres L.R. 2018. sanidad de la semilla de ajo en Aguascalientes y Zacatecas, México. Folleto Técnico Núm 98. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 30 páginas.

CONTENIDO

Introducción.....	1
Pudrición blanca.....	5
Pudrición por <i>Fusarium</i>	9
Pudrición por <i>Penicillium</i>	12
Pudrición por nematodos.....	15
Virus.....	18
Otros patógenos, ácaros y daños abióticos.....	19
Ácaros.....	22
Recomendaciones generales.....	24
Literatura Citada.....	25

SANIDAD DE LA SEMILLA DE AJO EN AGUASCALIENTES Y ZACATECAS, MÉXICO

Rodolfo Velásquez-Valle ¹
Manuel Reveles-Hernández ²
Luis Roberto Reveles-Torres ³

Introducción

El cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) posee gran importancia social y económica por la superficie que ocupa aproximadamente 3, 000 hectáreas en ambos estados, (Reveles-Hernández et al., 2014) y por ser una hortaliza que se desarrolla durante el invierno, cuando disminuyen las fuentes de empleo rural. Las enfermedades del follaje, como la mancha púrpura, ocurren esporádicamente, en contraste con aquellas de la raíz que se presentan en intensidad variable cada ciclo de cultivo. En esta región, la transmisión y diseminación de las enfermedades más importantes o prevalentes de la raíz o bulbo del ajo son asociadas con el empleo de bulbillos o “semilla” contaminada. Un ejemplo de lo anterior es la pudrición blanca, considerada como la enfermedad más destructiva del ajo y la cebolla en ambos estados y cuyo responsable,

^{1, 2 y 3} Investigadores de los programas de Fitopatología, Hortalizas y Biología Molecular del Campo Experimental Zacatecas – INIFAP, respectivamente.

el hongo *Sclerotium cepivorum* Berk., puede ser dispersado a largas distancias por medio de los bulbillos, en el caso de ajo o de las plántulas de cebolla, por lo que más del 90% de las parcelas dedicadas a la siembra de ajo o trasplante de cebolla en Aguascalientes y Zacatecas se encuentran infestadas con números variables de los esclerocios de ese patógeno (Velásquez-Valle y Medina-Aguilar, 2004). Los bulbillos de ajo también pueden ser infestados o infectados por otros hongos, nematodos y ácaros que, bajo circunstancias específicas, pueden constituirse en problemas severos para las plantas de ajo. Durante la etapa de almacenamiento los hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* se encuentran entre las principales causas de pérdidas (Hernández-Anguiano *et al.*, 2006). Por otro lado, se ha mencionado que el daño de los bulbos por especies de *Fusarium*, *Aspergillus* y *Penicillium* durante el almacenamiento puede tener otras consecuencias como la producción de micotoxinas (Dugan, 2007; Khatoon *et al.*, 2017).

Ocasionalmente, los bulbillos pueden presentar daños de origen abiótico que inducen o agravan las infecciones provocadas por algunos patógenos.

Además, la propagación asexual de este cultivo asegura que los patógenos sistémicos, como los virus, persistan durante varios ciclos de cultivo; actualmente, todas las variedades comerciales de ajo se encuentran infectadas por esos patógenos (Pérez-Moreno *et al.*, 2014). En Zacatecas se ha reportado la presencia de algunos virus en el follaje de plantas adultas de ajo, así como en los bulbillos de ajo (Velásquez-Valle *et al.*, 2010; Velásquez-Valle *et al.*, 2017).

La “semilla” o los bulbillos de ajo destinados a la siembra en el siguiente ciclo de cultivo son obtenidos de los bulbos de la cosecha previa. Frecuentemente, la selección de esos bulbos se realiza de manera superficial o deficiente permitiendo que bulbos enfermos o dañados (Figura 1) se seleccionen como semilla que, posteriormente, sin la ayuda de un tratamiento químico, resultará en muerte de plántulas o plantas adultas de pobre desarrollo y rendimiento. Es oportuno aclarar que la infección con patógenos puede involucrar únicamente a la cubierta o catáfilas más externas de los bulbillos, o bien, profundizar directamente en ellos.



Figura 1. Bulbos de ajo con daños externos evidentes que pueden conducir a la infección de sus bulbillos.

A nivel mundial se han reportado 11 géneros y 18 especies de hongos asociados con la pudrición de bulbos de ajo (Khatoon *et al.*, 2017). Las enfermedades transmitidas por bulbillos más importantes en la región de Aguascalientes y Zacatecas son la pudrición blanca, la pudrición por *Fusarium*, por *Penicillium*, por nematodos (*Ditylenchus*); otras de menor frecuencia como la pudrición por *Sclerotium* y por *Botrytis* también han sido detectadas (Velásquez y Medina, 2004). Entre los desórdenes abióticos que afectan a los bulbillos se encuentra una

degradación química, especialmente en semilla de Aguascalientes. Además, se tienen reportes de la presencia de los ácaros *Rhizoglyphus* y *Aceria tulipae* en los bulbillos de Aguascalientes y Zacatecas (Acuña-Soto *et al.*, 2012).

Por lo tanto, el objetivo de ésta publicación es dar a conocer los principales organismos fitopatógenos así como otras anomalías que pueden ser encontradas en los bulbillos utilizados como semilla de ajo en Aguascalientes y Zacatecas, México.

Pudrición blanca

Es necesario recordar que, entre las principales características del hongo que causa la pudrición blanca, destacan la producción de esclerocios (pequeñas esferas de color negro) (Figura 2) que son estructuras que facilitan su diseminación y que pueden sobrevivir hasta por 20 años en el suelo en ausencia de cultivos susceptibles como el ajo y la cebolla (Coventry *et al.*, 2006). Sin embargo, la técnica para detección y conteo de los esclerocios, tanto en la semilla como en el suelo facilita el manejo de la

enfermedad.



Figura 2. Esclerocios (esferas negras) de *S. cepivorum*, agente causal de la pudrición blanca del ajo.

El principal impacto de esta enfermedad se observa en campo donde puede provocar la muerte de un número variable de plantas de ajo que pueden liberar un gran número de esclerocios en el suelo y que, potencialmente constituyen una fuente de contaminación para los bulbos sanos al momento de la cosecha. Los bulbos contaminados que son seleccionados para semilla pueden

llevar los esclerocios del hongo en el suelo adherido a la raíz o entre las catafilas de los bulbos; por consecuencia, bulbillos extraídos de estos bulbos al ser plantados e iniciar su proceso de germinación estimularán a los esclerocios que a su vez germinaran y serían capaces de infectar rápidamente la plántula de ajo y ocasionar su muerte.

Los bulbos dañados por esta enfermedad se pueden reconocer por los restos de micelio (el algodoncillo de color blanco) y esclerocios que permanecen adheridos a la superficie externa del bulbo; además, estos bulbos son de menor peso que los sanos y usualmente la mayor parte de sus bulbillos han sido destruidos.

Como una medida elemental de manejo de esta enfermedad se recomienda no seleccionar bulbos para semilla en parcelas con manchones de plantas enfermas o muertas por pudrición blanca (Figura 3). Cuando se desconoce el origen de la semilla o se tiene duda acerca de su sanidad se debe realizar su “curado” que consiste en la inmersión completa de los bulbillos en una solución de Tebuconazole en dosis de 0.75 l/100 litros de agua por lo menos durante 5 - 7 minutos (Reveles *et al.*, 2009). Es

oportuno señalar que, al examinar bulbos pertenecientes a 25 colectas provenientes de Aguascalientes y Zacatecas, no se encontraron micelio o esclerocios de *S. cepivorum* (Velásquez-Valle *et al.*, 2017).



Figura 3. Parcela de ajo con plantas infectadas por *Sclerotium cepivorum*, no aptas para la selección de semilla.

Pudrición por *Fusarium*

Las especies del género *Fusarium* que han sido asociadas con las plantas de ajo producen, en general, micro y macroconidias así como clamidosporas que son esporas de descanso con una doble o gruesa pared celular. En Aguascalientes se han identificado algunas especies de éste hongo, entre las que destacan *F. proliferatum*, *F. verticilloides*, *F. solani* y *F. acuminatum* (Delgado-Ortiz *et al.*, 2016). La transmisión de diferentes especies de este hongo por medio de bulbillos fue propuesta por Havey (1995) y Crowe (1995).

Las plantas de ajo afectadas en el campo por este hongo manifiestan un amarillamiento y/o necrosis en la punta de las hojas que eventualmente puede avanzar hacia la base, adicionalmente pueden mostrar enanismo y raíces de coloración café a rojiza (Velásquez y Medina, 2004). Los bulbos infectados por el patógeno son de menor peso que los sanos y generalmente se desintegran durante el proceso de selección de semilla (Havey, 1995) aunque en algunos casos los bulbos pueden mostrar bulbillos con consistencia suave con lesiones húmedas y de color pardo

(Figura 4) (Dugan *et al.*, 2003). En algunos casos los bulbillos pueden mantenerse infectados con el hongo sin llegar a desarrollar síntomas por algunos ciclos de cultivo hasta que repentinamente se presenta una epidemia de la enfermedad (Crowe, 1995).



Figura 4. Bulbo de ajo mostrando pudrición de bulbillos asociada con la infección por el hongo *Fusarium*

En pruebas efectuadas en España se encontró que la pudrición de bulbos causada por *F. proliferatum* en bulbos de ajo se encontró que tras dos meses de almacenamiento a 20°C aumentó la severidad de la

podrición de bulbos; además se reportó que los bulbos de tipo blanco resultaron más dañados que los de tipo morado (Gálvez et al., 2013).

El tratamiento de los bulbillos de ajo para el manejo de este patógeno incluye el empleo de benomyl, aunque también se ha sugerido utilizar agua caliente con formol, pero se ha observado que el agua caliente puede solamente reducir en 50 % la infección en los bulbillos y en algunos casos incrementar la incidencia de la enfermedad (Crowe, 1995). Otros tratamientos a la semilla son la aplicación del fungicida thiram en dosis de 2 g/kg de semilla (Mishra *et al.*, 2014) o la inmersión de la parte basal de los bulbos en una solución del fungicida thiabendazole en dosis de 1,000 ppm disueltos en una cera soluble (El-Marzoky y Shaban, 2013). Delgadillo (2000) indica que se pueden utilizar fungicidas para tratamiento a la semilla como benomyl, thiabendazol y tebuconazole en inmersión por 20 minutos.

Sin embargo, cuando la enfermedad puede ser transmitida por medio de bulbillos infectados, como en este

caso, es importante la utilización de bulbos certificados y seleccionados como lo mencionan Basallote *et al.* (2011).

Pudrición por *Penicillium*

El hongo *Penicillium* es el responsable de esta enfermedad que puede destruir el 50% de los bulbillos antes de su emergencia (Davis, 1995) y cuyo ataque puede prolongarse durante el periodo de almacenamiento. Un estudio realizado en Argentina identificó seis especies de *Penicillium* aunque en más del 80 % de las muestras examinadas se recobró a la especie *P. allii* (Valdez *et al.*, 2009).

En campo, los bulbillos infectados por *Penicillium* continúan con su proceso simultaneo de germinación y pudrición que da por resultado plántulas marchitas, cloróticas, de pobre desarrollo y escaso vigor (Figura 5) que frecuentemente mueren en pocos días, ya que el hongo alcanza y destruye el plato basal, lugar donde se originan las nuevas raíces (Velásquez y Medina, 2004). Aún los bulbillos ligeramente infectados pueden morir antes de que la plántula emerja (Jepson, 2008).



Figura 5. Plántula de ajo infectada por *Penicillium* mostrando el algodoncillo de color verde característico de este hongo

La característica distintiva de la enfermedad es la presencia de un algodoncillo de color verde-azul que puede cubrir una porción considerable del bulbilllo (Figura 6). Este hongo no sobrevive por largos periodos en el suelo por lo que la principal fuente de contaminación son los bulbos infectados que se seleccionan durante la obtención de la “semilla”.



Figura 6. Bulbillos de ajo mostrando el típico algodóncillo verde – azul del hongo *Penicillium*.

La investigación realizada por Bertolini y Tian (1996) reveló que el almacenamiento de bulbos de ajo a baja temperatura (-4°C) evitó su colonización por *P. hirsutum* hasta por 16 semanas. Además de la condición de baja temperatura, se debe reducir la humedad y proporcionar buena ventilación en el almacén (Jepson, 2008). Otras recomendaciones incluyen el empleo de thiabendazol en dosis de 0.5 kg/t de semilla en inmersión por 20 minutos (Delgadillo, 2000).

Pudrición por nematodos

Las plantas de ajo son infectadas por el nematodo conocido como *Ditylenchus dipsaci*, el cual además de dañar la raíz y el bulbo es capaz de afectar también las hojas de las plantas (Velásquez y Medina, 2004).

Los síntomas de la infección por nematodos incluyen bajas poblaciones, enanismo, caída de hojas que frecuentemente son más cortas y gruesas y pueden presentar zonas de color amarillo o café, a veces hinchadas, eventualmente el follaje colapsa (Figura 7). Los bulbos se deshidratan, pierden volumen, forma y peso y adquieren un olor desagradable debido a los invasores secundarios (Figura 8) (Johnson y Roberts, 1995). La pudrición de los bulbos que se inicia en el campo puede continuar en el almacén donde puede destruir los bulbos completos.



Figura 7. Plantas de ajo mostrando síntomas foliares (hojas de color café y secas) de infección por el nematodo *Ditylenchus dipsaci*.



Figura 8. Aspecto de bulbos de ajo deformados por la infección por el nematodo *Ditylenchus dipsaci*.

El tratamiento de bulbillos de ajo para eliminar este nematodo mediante el empleo de agua caliente puede mejorar su efectividad si los bulbillos son sumergidos en agua fría por un periodo prolongado antes de ser sometidos al tratamiento con agua caliente, pero es necesario considerar que cada variedad puede responder de manera diferente a las altas temperaturas (Dugan, 2007). Según Johnson y Roberts (1995), el tratamiento

básico contra este nematodo consiste en sumergir los bulbillos en agua caliente de acuerdo con la siguiente secuencia: 30 a 45 minutos a 38°C seguido por 20 minutos a 49 °C y finalmente, 10 a 20 minutos a 18-22 °C. Se menciona que el manejo de este nematodo puede realizarse en una solución del nematicida fenamifos a razón de 1 l/t de semilla en inmersión de semilla por 20 minutos (Delgadillo, 2000).

Virus

Los virus presentes en los bulbillos de ajo de Zacatecas fueron el virus del enanismo amarillo de la cebolla (Onion yellow dwarf virus:OYDV), latente del shallot (Shallot latent virus:SLV), latente común del ajo (Garlic common latent virus:GarCLV), del jaspeado del tabaco (Tobacco etch virus:TEV) y de la franja amarilla del puerro (Leek yellow stripe virus:LYSV) (Velásquez-Valle *et al.*, 2017).

La sintomatología causada por estos virus en Zacatecas no es específica y en un gran número de casos se limita a un mosaico difuso (Velásquez-Valle *et al.*, 2010) que puede ser confundido con diferencias varietales

(Dugan, 2007), por lo tanto es imposible seleccionar bulbos libres de infecciones virales en el almacén, sin embargo, sí es factible seleccionar plantas aparentemente sanas, libres de síntomas de potenciales síntomas virales como enanismo, deformaciones, clorosis o mosaicos para que sirvan como semilla para el siguiente ciclo. Dichas plantas deberán también estar libres de síntomas de otras enfermedades.

Otros patógenos, ácaros y daños abióticos

Un estudio sobre la presencia de patógenos, ácaros y daños abióticos en muestras de bulbillos de Aguascalientes y Zacatecas mostró que existen diversos géneros de patógenos fungosos sobre las catáfilas que cubren a los bulbillos (Cuadro 1), así como una estimación del porcentaje de bulbillos dañados en cada muestra; algunos de esos hongos ya han sido mencionados como patógenos a las plantas de ajo mientras que otros, probablemente solo vivan sobre el tejido muerto de las catáfilas aunque bajo condiciones propicias pudieran infectar al bulbillito o plántula de ajo (Velásquez-Valle *et al.*, 2017b).

Cuadro 1. Porcentaje de daño y organismos asociados a lesiones en bulbillos de ajo de diferentes variedades (Velásquez-Valle et al., 2017b).

Colecta	Bulbillos	Organismos	Colecta	Bulbillos	Organismos
C-3-1/25	27.1	U, R, C, A	R-35-10-1B	25	U, A, S
Coreano	13.3	U, Rh, A, DQ	Napuri	1.6	DM
Positas	2.2	DM	Massone	3.6	DQ
Chileno	0	-	Nacajuca	1.3	DQ
Nicaragua	1.6	U	Pepita	7.7	DM
Criollo	10.8	U, DM	Ixmiquilpan	1.2	DQ
Español	17.6	DQ	Pata de	6.1	U, DQ
Cortazar	7.7	U, DQ	Chino	6.5	U, F
Durango	30.9	U, R, V, DQ	San	11.6	R, V, DQ
Guatemala	1.2	DQ	Oaxaca	1.1	DQ
San	9.2	R, DQ	Hermosillo	0	-
Calerense	9.2	U, R, F, DQ	Plateado	0	-
Mezcla	13	A, P, V, DQ,			

U: *Ulocladium*; R: *Rhizoglyphus*; C: *Curvularia*; A: *Alternaria*; S: *Stemphyllium*; Rh: *Rhizoctonia*; F: *Fusarium*; V: *Verticillium*; P: *Penicillium*; DQ: degradación química; DM: daño mecánico.

Algunos de estos organismos han sido previamente mencionados afectando al bulbillo o a las catáfilas (Hernández-Anguiano *et al.*, 2006) Es importante mencionar que en algunas colectas como Massone, Nacajuca, Ixmiquilpan, Oaxaca y Guatemala se observaron lesiones de aspecto hundido y de color café a

rojo sin crecimiento fungoso o presencia de ácaros; este tipo de lesiones pueden afectar uno o varios bulbillos en un bulbo, es poco frecuente que dañen un bulbo completo (Figura 9); los bulbillos afectados adquieren, finalmente, una coloración café y pierden su tamaño y forma, por lo que son inútiles para la siembra. Un daño similar denominado “waxy breakdown” se ha reportado (Schwartz, 1995) afectando los bulbillos exteriores de los ajos que son expuestos a alta temperatura antes de la cosecha.



Figura 9. Bulbos de ajo mostrando un daño de posible origen químico en algunos de los bulbillos.

Ácaros

El daño provocado por *Aceria tulipae* es mayor cuando los bulbos de ajo se almacenan en condiciones de oscuridad, con temperatura superior a 23 °C y humedad variable; bajo estas condiciones las poblaciones de ácaros se desarrollan favorablemente alimentándose de los tejidos superficiales del bulbillo, bajo las catáfilas donde se encuentran a salvo de desecación, falta de alimento y enemigos naturales. Los ácaros permanecen ahí durante todo el periodo de almacenamiento y causan a los bulbillos deshidratación y necrosis del tejido sobre el que se alimentan por lo que los bulbillos se momifican y, consecuentemente, pierden su poder de brotación; altas poblaciones del ácaro se pueden concentrar en la zona del bulbillo donde emergen las raíces (Acuña-Soto *et al.*, 2012; Sapáková *et al.*, 2012).

En algunas de las colectas de ajo (Velásquez-Valle *et al.*, 2017b) de Aguascalientes y Zacatecas se localizaron especímenes pertenecientes al género de ácaros *Rhizoglyphus*. Los bulbos o bulbillos atacados por esta plaga adquieren una consistencia suave y pueden no emitir

la punta de crecimiento vegetativo que da origen a una nueva planta de ajo (Bujanos y Marín, 2000).

Se ha mencionado que la fumigación de bulbos de ajo con fosfuro de aluminio (3 g/m^3) en contenedores cerrados por 72 horas elevó la mortalidad de estos ácaros hasta más de 90_% (Na *et al.*, 1998).

De acuerdo con Jepson y Putnam (2008) las infestaciones ligeras de este ácaro pueden ser controladas por el proceso normal de secado de bulbos antes del almacenamiento. Sin embargo, el tratamiento con agua caliente ($54.4 \text{ }^\circ\text{C}$ por 10 a 20 minutos o $60 \text{ }^\circ\text{C}$ por 10 a 15 minutos) previamente a la siembra reduce las poblaciones del ácaro, pero puede abatir la germinación. También se han obtenido buenos resultados al empapar los bulbos con una solución de jabón (no detergente) al 2% y aceite mineral (2%).

Se han reportado diferencias en los niveles de infestación de *A. tulipae* en algunas variedades de ajo (Sapáková *et al.*, 2012) pero aún es necesario confirmarlas en genotipos locales.

Recomendaciones generales

Se debe iniciar la cosecha de ajo una vez que se encuentren en madurez; un estudio (El-Marzoky y Shaban, 2013) mostró que la severidad de la infección por *Fusarium* y *Penicillium* se incrementó en bulbos cosechados prematuramente en comparación con aquellos cosechados en madurez y almacenados por 30 a 150 días a 25 °C. Adicionalmente, los bulbos cosechados en el momento oportuno redujeron la incidencia de daño químico. Para determinar el momento oportuno de cosecha se sugiere consultar la información proporcionada por Reveles-Hernández *et al.* (2009).

Evitar dañar los bulbos al momento del corte, recolección y almacenamiento; la infección de los bulbos por patógenos como *Fusarium*, *Penicillium* y *Botrytis* es más frecuente cuando presentan algún tipo de daño (El-Marzoky y Shaban, 2013).

Como una consideración acerca del empleo de fungicidas y nematicidas es que los bulbillos son, en general, de gran tamaño, lo que impide que esas sustancias eliminen los patógenos profundamente

localizados en los bulbillos, aún bajo exposiciones prolongadas (Dugan, 2007).

Literatura Citada

- Acuña-Soto, J. A., Estrada-Vanegas, E. G., Equihua-Martínez, A. y Valdez-Carrasco, J. V. 2012. Ciclo biológico y observaciones del comportamiento de *Aceria tulipae* (Acari:Eriophyidae) bajo condiciones de laboratorio. Revista Ibérica de Aracnología 20:129-141.
- Basallote, U. M. J., Zurera, M. C., Prados, L. A. M. y Melero, V. J. M. 2011. Nueva enfermedad en el cultivo del ajo ocasionada por *Fusarium* spp. Phytoma España 229:55-58.
- Bertolini, P. and Tian, S. P. 1996. Low-temperature biology and pathogenicity of *Penicillium hirsutum* on garlic in storage. Postharvest Biology and Technology 7:83-89.
- Bujanos, M. R. y Marín, J. A. 2000. Plagas: descripción, daños y control. In: El ajo en México. Origen, mejoramiento genético, tecnología de producción. Libro Técnico Num. 3. Campo Experimental Bajío – INIFAP. 102 p.
- Coventry, E., Noble, R., Mead, A., Marin, F. R., Pérez, J. A., and Whipps, J. M. 2006. Allium white rot suppression with composts and *Trichoderma viride* in relation to sclerotia viability. Phytopathology 96:1009-1020.

- Crowe, J. F. 1995. *Fusarium* basal rot of garlic. In: Compendium of onion and garlic diseases. Ed. by H. F. Schwartz & S. K. Mohan. The American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN, USA. 54 p.
- Davis, M. R. 1995. *Penicillium* decay of garlic. In: Compendium of onion and garlic diseases. Ed. by H. F. Schwartz & S. K. Mohan. The American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN, USA. 54 p.
- Delgadillo, S. F. 2000. Enfermedades: descripción y tratamiento. In: El ajo en México. Origen, mejoramiento genético, tecnología de producción. Libro Técnico Num. 3. Campo Experimental Bajío – INIFAP. 102 p.
- Delgado-Ortiz, J. C., Ochoa-Fuentes, Y. M., Cerna-Chavez, E., Beltrán-Beache, M., Rodríguez-Guerra, R., Aguirre-Uribe, L. A. y Vazquez-Martínez, O. 2016. Patogenicidad de especies de *Fusarium* asociadas a la pudrición basal del ajo en el centro norte de México. *Revista Argentina de Microbiología* 48:222-228.
- Dugan, M. F., Hellier, C. B., and Lupien, L. S. 2003. First report of *Fusarium proliferatum* causing rot of garlic bulbs in North America. *Plant Pathology* 52:426.
- Dugan, M. F. 2007. Diseases and disease management in seed garlic: problems and prospects. *The Americas Journal of Plant Science and Biotechnology* 1:47-51.

- El-Marzoky, H. A. and Shaban, W. I. 2013. Studies on some garlic diseases during storage in Egypt. *Journal of Applied Plant Protection* 2:15-20.
- Gálvez, P. L., García, D. M., Castillo, P., Gómez, F., Palmero, L. D. 2013. Enfermedades y fisiopatías que afectan a la calidad del ajo en postcosecha. *Vida Rural* 367:20-24.
- Havey, J. M. 1995. Fusarium basal plate rot. In: *Compendium of onion and garlic diseases*. Ed. by H. F. Schwartz & S. K. Mohan. The American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN, USA. 54 p.
- Hernández-Anguiano, A. M., Juárez, L., G., Fucikovsky, Z. L., Zavaleta-Mejía, E. y González, H. V. A. 2006. Impacto del almacenamiento en la brotación de bulbos de ajo y especies patogénicas de *Penicillium* y *Erwinia* asociadas. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29:283-290.
- Jepson, B. S. 2008. *Penicillium* on stored garlic. Oregon State University. Extension Service. Corvallis, OR. 97331-2903.
- Jepson, B. S. and Putnam, M. L. 2008. Eriophyd mites on stored garlic. Oregon State University. Extension Service. Corvallis, OR. 97331-2903. 2 p.
- Johnson, W. A. and Roberts, A. P. 1995. Stem and bulb nematode (bloat). In: *Compendium of onion and garlic diseases*. Ed. by H. F. Schwartz & S. K. Mohan. The American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN, USA. 54 p.

- Khatoon, A., Mohapatra, A., and Satapathy, K. B. 2017. Studies on fungi associated with storage rot of onion (*Allium cepa* L.) and garlic (*Allium sativum* L.) bulbs in Odisha, India. *International Research Journal of Biological Sciences* 6:19-24.
- Mishra, R. K., Jaiswal, R. K., Kumar, D., Saabale, P. R., and Singh, A. 2014. Management of major diseases and insect pests of onion and garlic: A comprehensive review. *Journal of Plant Breeding and Crop Science* 6:160-170.
- Na, S-Y., Cho, M-R., Jeon, H-Y., Yiem, M-S., Oh, D-G., and Park, K-W. 1998. Damage of garlic gall mite, *Aceria tulipae* (Keifer), on stored garlic and its chemical control. *Korean Journal of Applied Entomology* 37:81-89.
- Pérez-Moreno, L., Santibañez-Jaramillo, L. I., Mendoza-Celedón, B., Ramírez-Malagón, R., and Nuñez-Paleniús, H. G. 2014. Effect of natural virus infection on quality and yield of garlic elite lines. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* 2:243-250.
- Reveles-Hernández, M., Velásquez-Valle, R. y Bravo-Lozano, A. G. 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Libro Técnico No. 11. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera, Zacatecas, México. 272 p. ISBN: 978-607-425-248-4.
- Reveles-Hernández, M., Velásquez-Valle, R. y Cid-Ríos, J. A. 2014. Barretero, variedad de ajo jaspeado para Zacatecas. Folleto Técnico Núm. 61. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México. 34 p. ISBN: 978-607-37-0358-1.

- Sapáková, E., Hasíková, L., Hřivna, L., Stavělikova, H., and Šefrová, H. 2012. Infestation of different garlic varieties by dry bulb mite *Aceria tulipae* (Keifer) (Acari: Eriophyidae). *Acta univ. Agric. et Silv. Mendel Brun.* LX:293-302.
- Schwartz, H. F. 1995. Part II. Noninfectious abiotic conditions. In: *Compendium of onion and garlic diseases*. Ed. by H. F. Schwartz & S. K. Mohan. The American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN, USA. 54 p.
- Valdez, J. G., Makuch, M. A., Ordovini, A. F., Frisvad, J. C., Overy, D. P., Masuelli, R. W., and Piccolo, R. J. 2009. Identification, pathogenicity and distribution of *Penicillium* spp. isolated from garlic in two regions in Argentina. *Plant Pathology* 58:352-361.
- 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-Valle, R. y Medina-Aguilar, M.M. 2004. Persistencia de esclerocios de *Sclerotium cepivorum* Berk. en suelos infestados de Aguascalientes y Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 22:143-146.
- Velásquez-Valle, R., Chew-Madinaveitia, Y. I., 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.

- Velásquez-Valle, R., Reveles-Hernández, M., Chew-Medinaveitia, Y. I. y Reveles-Torres, L. R. 2017a. Efecto del tratamiento térmico sobre la presencia de virus en bulbos de ajo (*Allium sativum* L.). Rev. FCA UNCUIYO 49:157-165.
- Velásquez-Valle, R., Macias-Valdez, L. M. y Reveles-Hernández, M. 2017b. Patógenos comunes de semilla de ajo en Aguascalientes y Zacatecas, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 8:1881-1885.

REVISIÓN TÉCNICA

Jaime Mena Covarrubias
INIFAP Zacatecas

Yasmín Ileana Chew Madinaveitia
INIFAP La Laguna

DISEÑO DE PORTADA

Dr. Luis Roberto Reveles Torres

CÓDIGO INIFAP

MX-0-241709-44-02-11-09-98

COMISIÓN EDITORIAL DEL CEZAC

Presidente: Dra. Raquel K. Cruz Bravo
Secretario: MC. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez
Vocal: Dr. Luis R. Reveles Torres
Vocal: Dr. Francisco Gpe. Echavarría Cháirez
Vocal: MC. Mayra Denise Herrera

El proceso editorial de esta publicación y el formato electrónico se terminó en diciembre de 2018 en el Campo Experimental Zacatecas, Km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo. CP. 98500, Calera de V. R., Zacatecas, México.

Tel. 01 800 088 2222 ext 82328

www.zacatecas.inifap.gob.mx

Formato digital, mediante página internet en descargas ilimitadas

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

DIRECTORIO

MC. Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez
Director de Coordinación y Vinculación

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
MC.	Nadiezhdha Y. Ramírez Cabral*	Agrometeorología y Modelaje
Ing.	José Israel Casas Flores	Agrometeorología y Modelaje
Dr.	Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
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 Meler 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
Dra.	Blanca I. Sánchez Toledano	Socioeconomía

* Becarios

WWW.INIFAP.GOB.MX

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



inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias