



# Efecto de agentes de manejo alternativo sobre el desarrollo de pudrición blanca de ajo

## Effect of agents of alternative management on the garlic white rot development

Rodolfo Velásquez-Valle, Manuel Reveles-Hernández

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas, Km. 24.5 Carr. Zacatecas-Fresnillo, Calera de V. R., CP 985800, Zacatecas, México

### RESUMEN

La principal enfermedad del ajo en México es la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum*); los esclerocios de este hongo infestan la mayoría de las parcelas en Zacatecas por lo que es necesario el control de la enfermedad por medio del fungicida Tebuconazole. Sin embargo, se requiere contar con alternativas que sustituyan parcial o totalmente a ese fungicida por lo que el objetivo del trabajo fue evaluar la efectividad biológica de agentes de manejo alternativos al Tebuconazole para el control de esta enfermedad. El experimento se estableció en una parcela infestada naturalmente con esclerocios del patógeno para evaluar a los fungicidas biológicos Triko Root, Rhizo Bac Combi y Myco Root y tres diferentes dosis de peróxido de hidrógeno en comparación con Tebuconazole y un control absoluto. Se cuantificó el número de plantas enfermas en cada tratamiento. No se encontraron diferencias significativas entre las variables incidencia final e inicial, días al inicio de la epidemia y área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad, aunque el número de plantas enfermas por día fue menor en las parcelas tratadas con el Tebuconazole.

**PALABRAS CLAVE:** control, esclerocios, incidencia de la enfermedad, *Sclerotium cepivorum*.

### ABSTRACT

The main disease of garlic in Mexico is white rot (*Sclerotium cepivorum*); most of the fields in Zacatecas are infested by sclerotia therefore disease control is necessary by using the fungicide Tebuconazole, however, it is required to have alternatives that may replace this fungicide total or partially, consequently, the aim of the study was to evaluate the biological effectiveness of control agents alternatives to Tebuconazole for the control of garlic white rot. An experiment was set up in a naturally white rot sclerotia-infested field to evaluate the biological fungicides Triko Root, Rhizo Bac Combi, and Myco Root as well as three different doses of hydrogen peroxide and compared to Tebuconazole and an absolute control. Number of diseased plants was quantified in each treatment. No significant differences were found among variables such as final and initial incidence, epidemic onset, and area under disease progress curve although the number of diseased plants per day was lowest in the Tebuconazole treatment.

**KEYWORDS:** control, sclerotia, disease incidence, *Sclerotium cepivorum*.

Recibido / Received: 02/03/2016

Aceptado / Accepted: 30/08/2016

Autor para correspondencia / Corresponding author:

**Rodolfo Velásquez-Valle**

velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx

## INTRODUCCIÓN

La pudrición blanca (PB) del ajo (*Allium sativum* L.) y la cebolla (*Allium cepa* L.) es causada por el hongo *Sclerotium cepivorum* Berk. y es considerada en México la enfermedad fungosa más importante de esos cultivos en los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Guanajuato, Jalisco, Morelos, Michoacán, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Zacatecas; en Guanajuato las pérdidas pueden alcanzar hasta 100% (Pérez-Moreno *et al.*, 1998) aunque la PB se encuentra diseminada en la mayoría de los países productores de ajo y cebolla en el mundo (Crowe, 1995; Schwartz y Mohan, 1995). Los esclerocios del patógeno pueden sobrevivir en el suelo por periodos de hasta 20 años aun sin la presencia de hospederos del género *Allium* (Coventry *et al.*, 2006). Más del 90% de las parcelas aptas para el cultivo de ajo o cebolla en el estado de Zacatecas se encuentran infestadas con cantidades variables de esas estructuras (Velásquez-Valle y Medina-Aguilar, 2004) por lo que es necesario aplicar medidas de manejo que eviten las pérdidas económicas por la muerte de plantas y la infestación o re-infestación de suelos que eventualmente generará daños económicos. El manejo de enfermedades causadas por patógenos del suelo, como *S. cepivorum*, es complejo y requiere una estrategia de manejo prolongada (Dilbo *et al.*, 2015). Aunque en la región norte centro existen recomendaciones para el manejo integrado de la enfermedad (Reveles-Hernández *et al.*, 2009; Velásquez *et al.*, 2011), el empleo del fungicida Tebuconazole como tratamiento preventivo a la semilla y como “curativo” cuando la enfermedad aparece en el campo, constituye la parte fundamental de dicha estrategia. A pesar del éxito de este fungicida en el manejo de la PB es deseable contar otras alternativas que sustituyan total o parcialmente al Tebuconazole. Por esta razón, el empleo de agentes de control biológico, especialmente hongos, para reducir los daños provocados por *S. cepivorum* constituye una de las alternativas en el manejo sustentable de la enfermedad (Mahdizadehnaaraghi *et al.*, 2015); aislamientos de *Trichoderma viride* han proporcionado buenos resultados especialmente cuando se utilizan en combinación con semilla tratada con Tebuconazole, al disminuir la proporción final de plantas de cebolla infectadas con *S. cepivorum* (Clarkson *et al.*, 2006). El uso del hongo endomicorrízico *Glomus intraradices* contra *S. cepivorum*, fue capaz de proveer protección de forma comparable al fungicida Folicur (Jaime *et al.*, 2008). Otros agen-

tes químicos como el peróxido de hidrógeno han proporcionado resultados positivos en el manejo de bacterias y hongos (Baldry, 1983). El empleo de antagonistas contra el agente causal de PB ha sido ampliamente evaluado en otras regiones (Ulacio-Osorio *et al.*, 2003; Clarkson *et al.*, 2006) pero en Zacatecas no se cuenta con información local que fundamente el empleo del peróxido de hidrógeno u otros agentes de control biológico aplicados por medio del riego por goteo para el combate de *S. cepivorum* por lo que el objetivo del presente estudio consistió en evaluar la efectividad biológica de agentes alternativos al Tebuconazole para el control de la PB del ajo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en una parcela comercial con antecedentes de PB (es probable que la infestación se deba al uso de semilla contaminada con esclerocios del patógeno en ciclos de cultivo anteriores) localizada en Las Auras, municipio de Calera de Victor Rosales, Zacatecas durante el ciclo de cultivo 2013-2014. La preparación de las camas de siembra consistió en un paso de maquinaria para cada labor; barbecho, rastra y la formación de camas. Se utilizó semilla de la variedad de ajo Calerense obtenida en una parcela de producción de semilla libre de PB en el Campo Experimental Zacatecas (INIFAP) durante el ciclo de cultivo 2012-2013. El sistema de siembra utilizado en la parcela experimental fue de camas con seis hilos de siembra irrigadas con tres cintillas por cama (una cintilla para dos hilos de siembra). La distancia entre semillas varió entre 10-12 cm. Durante el ciclo de cultivo no se aplicaron fungicidas adicionales a los aplicados como tratamiento en el experimento; la dosis de fertilización total aplicada al cultivo fue la 235-90-255, expresada en kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente; la fertilización se realizó a través del sistema de riego mediante 18 aplicaciones de fertilizantes solubles con intervalo de diez días entre ellas, de acuerdo con la curva de absorción de nutrientes del cultivo recomendada por Reveles *et al.* (2009). Se aplicaron tres riegos por semana iniciando con 45 minutos de duración al inicio del ciclo de cultivo e incrementando la duración de éstos paulatinamente, hasta aplicar dos horas y media por riego al final del ciclo.

Para el control de malezas se realizó una aplicación Galigan® a razón de 1.5 L/ha de producto comercial al inicio del



ciclo; además, se realizaron dos deshierbes manuales. Para el control de trips se realizaron tres aplicaciones foliares de Karate® a razón de 0.25 L/ha durante abril y mayo.

Se evaluó la efectividad de tres fungicidas biológicos comerciales así como tres dosis de peróxido de hidrógeno en comparación con los testigos absoluto (semilla sin tratamiento pre-siembra y sin aplicación de fungicidas durante el ciclo de cultivo) y protegido (semilla tratada con Tebuconazole y aplicación del mismo fungicida durante el ciclo de cultivo) El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con un total de ocho tratamientos y tres repeticiones. La separación de medias se realizó utilizando la prueba de Diferencia Mínima Significativa o DMS ( $P < 0.05\%$ ) que se muestra en la Tabla 1. Se realizó una aplicación de los fungicidas evaluados a los 30 días después de la siembra (dds) mediante el agua de riego. Las parcelas experimentales tuvieron una longitud de 6 m mientras que en la parcela útil se consideraron los cuatro hilos centrales eliminando 1 m a cada extremo.

Para determinar la concentración de esclerocios del patógeno en el suelo de la parcela experimental antes de la siembra de ajo se tomaron muestras de suelo (500 g) en cada parcela experimental. El suelo de cada muestra se homogenizó y una submuestra de 50 g se sometió a la técnica de tamizado húmedo (Papavizas, 1972) para extraer los esclerocios, contarlos y disec-

tarlos para determinar su viabilidad bajo el microscopio de disección de acuerdo con la técnica propuesta por Velásquez-Valle y Medina-Aguilar (2004); el resultado del análisis se transformó a número de esclerocios viables por kilogramo de suelo para cada parcela experimental.

Previamente a la aplicación de los agentes evaluados se procedió a contar el número total de plantas presentes en cada parcela útil así como el número de plantas con síntomas de la enfermedad. El conteo de plantas sintomáticas se realizó en cinco fechas seleccionadas al azar; a los 60, 76, 114, 127 y 173 dds.

Con los datos de incidencia de la enfermedad (porcentaje de plantas enfermas) se calculó el área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (ABCDE) de acuerdo con la metodología propuesta por Pedroza (1999). Se calculó la tasa de avance diario de la epidemia al dividir el número final de plantas con síntomas de PB entre el número de días durante los cuales se realizaron los muestreos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Presencia de esclerocios

Previamente a la siembra de ajo, se detectaron esclerocios viables de *S. cepivorum* en 21 de las 24 parcelas experimentales, aunque su densidad varió entre 10.9 y 44.4 esclerocios/kg de

Tabla 1. Tratamientos biológicos y químicos evaluados para el manejo de pudrición blanca del ajo

Tratamiento	Agente de control biológico o químico	Dosis	
		Semilla	Campo
Trikoroot	<i>Trichoderma</i> spp.	3 ml/kg	3 L/ha
Rhizobac Combi	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	3 ml/kg	3 L/ha
Mycoroot	<i>Bacillus cereus</i> var. <i>mycooides</i> , <i>B. megaterium</i> y <i>B. subtilis</i>		
	<i>Pisolithus tinctorius</i>	3 ml/kg	3 L/ha
	<i>Glomus intraradices</i>		
	<i>Azospirillum brasiliense</i>		
Testigo absoluto		----	----
Testigo protegido (Folicur 50 CE)	Tebuconazole	2 ml/kg	2 L/ha
Agua oxigenada	Peróxido de hidrógeno	2 ml/kg	20 L/ha
Agua oxigenada	Peróxido de hidrógeno	4 ml/kg	40 L/ha
Agua oxigenada	Peróxido de hidrogeno	6 ml/kg	60 L/ha

suelo (eks) como se muestra en la Tabla 2; el número de esclerocios viables detectados en este trabajo es comparable al reportado por Delgadillo *et al.* (2004) en el estado de Guanajuato. El 54% de las parcelas experimentales poseían poblaciones de esclerocios superiores a la densidad máxima (20 eks) sugerida como límite máximo para la siembra de ajo (Reveles-Hernández *et al.*, 2009). Aunque en el resto de las unidades experimentales la densidad de esos propágulos era menor al umbral mencionado, se debe mencionar que con poblaciones de un esclerocio por litro de suelo se pueden provocar pérdidas variables que pueden oscilar entre el 30 y 60% (Davis *et al.*, 2007).

Es importante señalar que en las parcelas experimentales donde no se detectaron esclerocios del patógeno, si se registró la presencia de la enfermedad alcanzando una incidencia de 7.06, 2.84, 1.11 y 0.58% para una repetición en los tratamientos con Triko Root, Myco Root, Tebuconazole y peróxido de hidrógeno (60 L/ha) respectivamente.

### Incidencia de la enfermedad

No se detectaron plantas de ajo con síntomas de PB en ninguno de los tratamientos, incluyendo el testigo absoluto, hasta los 60 dds cuando se encontraron plantas sintomáticas (hojas basales amarillas y flácidas) en el tratamiento 2 (Rhizobac Combi), es decir a los 30 días después de haber recibido la aplicación de ese fungicida por medio del riego; la incidencia de PB fue de 0.49%. Para la siguiente fecha de muestreo, 76 dds, se detectaron plantas con síntomas de PB en las parcelas con el tratamiento control absoluto y con Myco Root donde la incidencia de la enfermedad

fue de 0.62 y 0.56% respectivamente, además de las registradas en la fecha de muestreo anterior. El muestreo realizado a los 114 dds reveló la presencia de la enfermedad en por lo menos una de las repeticiones tratadas con un agente de control biológico; una parcela tratada con Rhizo Bac Combi alcanzó una incidencia de 1.47%, la mayor para ésta fecha de muestreo. Es importante señalar que las parcelas con el testigo protegido (Tebuconazole) y peróxido de hidrógeno (20 L/ha) no manifestaron plantas enfermas hasta la última fecha de muestreo a los 173 dds. La efectividad del Tebuconazole para el control de PB en ajo ya había sido mencionada por López (1996) en condiciones de campo en Aguascalientes, México, sin embargo no se conocen resultados del empleo del peróxido de hidrógeno contra ésta enfermedad.

Al evaluar el efecto de la aplicación separada o combinada de aceite sintético de ajo, la solarización y el empleo del Tebuconazole para el manejo de PB en ajo, Delgadillo *et al.* (2004) encontraron que el Tebuconazole resultó el mejor tratamiento al reducir la incidencia de la enfermedad a 1.6%; en el presente trabajo se obtuvieron resultados similares respecto al uso de ese fungicida ya que la incidencia final de la enfermedad varió entre 1.11 (Tebuconazole) y 7.18% (Rhizo Bac Combi). Por otro lado, Ulacio-Osorio *et al.* (2003) indican que la menor incidencia final (25-29%) de plantas de ajo con síntomas de PB se registró en tratamientos que incluían combinaciones de *Bacillus firmus*, *Trichoderma harzianum* + *Fusarium* sp. y vermicomposta o pollinaza; aunque el efecto de esas combinaciones no se comparó contra el Tebuconazole, la incidencia final de PB del mejor

Tabla 2. Concentración de esclerocios de *S. cepivorum* Berk. en el suelo de parcelas experimentales antes de realizar la siembra de ajo

Tratamiento	Rango (esclerocios/kg de suelo)	Promedio (esclerocios/kg de suelo)
Triko Root	0 – 21.9	16.4
Rhizo Bac Combi	10.9 – 33.3	22.0
Myco Root	0 – 21.9	16.4
Control	10.9 – 33.3	22.0
Tebuconazole	10.9 – 33.3	22.0
Peróxido de hidrogeno (20 L/ha)	10.9 – 21.9	14.6
Peróxido de hidrogeno (40 L/ha)	10.9 – 21.9	14.6
Peróxido de hidrogeno (60 L/ha)	10.9 – 44.4	27.6



tratamiento es considerablemente mayor a la lograda en cualquiera de los tratamientos evaluados en el presente trabajo.

El promedio de esa variable (incidencia de la enfermedad) considerando solamente los productos con agentes de control biológico fue de 5.09%; en contraste, para los tratamientos químicos (solo peróxido de hidrógeno) resultó de 2.96%. Es importante mencionar que en ambos casos el porcentaje de incidencia de PB de todos los tratamientos tanto biológicos como químicos, resultó superior (aritméticamente) al de ambos testigos (natural y protegido) aunque estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre ellos (Tabla 3).

Aunque se detectaron esclerocios viables del patógeno en todas las parcelas experimentales, su concentración no fue uniforme, lo cual podría haber influido, al menos parcialmente, en la incidencia inicial de PB; si bien el análisis estadístico no encontró diferencia significativa en la incidencia inicial de la enfermedad en los tratamientos evaluados (Tabla 3). Se ha mencionado la efectividad de *T. koningi* para controlar la PB en cebolla cuando la concentración de esclerocios del patógeno variaba entre 25 y 100 (Metcalf *et al.*, 2004); el número de esas estructuras en el presente estudio se encontraba dentro de ese rango. Para estimar en términos reales la efectividad biológica de un tratamiento es necesario señalar que cuando la enfermedad manifiesta una incidencia de 0.37% (testigo protegido), en realidad se refiere a 1, 258 plantas enfermas o muertas por hectárea, considerando una densidad poblacional de 340, 000 plantas por hectárea; la mayor incidencia inicial (2.09%) correspondió

al tratamiento con peróxido de hidrógeno (40 L/ha) que significan 7, 100 plantas enfermas o muertas por hectárea.

En general, se considera que el tiempo transcurrido antes de la manifestación de la enfermedad es de mayor importancia epidemiológica ya que entre más largo sea este lapso, menores serán las pérdidas; el análisis estadístico del número de días transcurridos antes del inicio de la epidemia de PB no reveló diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 3), sin embargo, el inicio temprano de la epidemia ocurrió, en promedio, a los 72 dds en las parcelas del testigo no protegido, por el contrario dicho período se alargó hasta 173 dds en el testigo protegido. En los tratamientos basados en agentes de control biológico el rango de aparición de PB fue de 100.3 a 138 dds mientras que en los de origen químico resultó de 142.3 a 173 dds. En su trabajo Ulacio-Osorio *et al.* (2003) señalaron que la epidemia inició a los 50 dds en el tratamiento testigo (sin protección) y de 57 a 85 dds en el resto de los tratamientos, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo aunque dicho periodo fue más largo tanto en el testigo como en los tratamientos biológicos o químicos; esta diferencia pudiera ser explicada en función de los diferentes genotipos de ajo o cepas del patógeno así como diferentes condiciones ambientales. Otra consecuencia de estos periodos alargados antes de la manifestación de la enfermedad puede ser una reducción en el número de aplicaciones de fungicidas que a su vez repercutiría en la economía del productor.

No se encontraron diferencias significativas en el ABCDE alcanzada por los tratamientos; sin embargo, el análisis de la

Tabla 3. Principales características de la epidemia de pudrición blanca en parcelas de ajo tratadas con diferentes agentes de control biológico y químico

Tratamiento	Incidencia final (%)	Incidencia inicial (%)	Inicio de la epidemia (dds <sup>1</sup> )	ABCDE <sup>2</sup>	Tasa de avance diario
Tritko Root	4.11 a	1.95 a	138 a	0.037 a	0.044 ab
Rhizo Bac Combi	7.18 a	1.27 a	100.3 a	0.061 a	0.078 a
Myco Root	3.99 a	1.60 a	110 a	0.034 a	0.042 ab
Control	1.87 a	1.03 a	72 a	0.015 a	0.017 ab
Tebuconazole	1.11 a	0.37 a	173 a	0.0009 a	0.004 b
Peróxido de hidrógeno (20 L/ha)	4.32 a	1.44 a	173 a	0.038 a	0.015 ab
Peróxido de hidrógeno (40 L/ha)	2.09 a	2.09 a	153.3 a	0.018 a	0.022 ab
Peróxido de hidrógeno (60 L/ha)	2.49 a	0.53 a	142.3 a	0.059 a	0.028 ab

<sup>1</sup>días después de la siembra; <sup>2</sup>área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad. Medias seguidas por la misma letra no difieren al P < 0.05.

tasa de avance diario de la enfermedad mostró que el número de plantas enfermas por día fue superior en las parcelas del tratamiento Rhizo Bac Combi, por el contrario, en las parcelas tratadas con el fungicida Tebuconazole se expresó la menor tasa de avance diario (0.004); en general, la tasa de avance de la enfermedad en las parcelas tratadas con agentes de control biológico fue superior a la del control no protegido; esto es opuesto a lo reportado por Ulacio-Osorio *et al.* (2003) quienes mencionaron que el testigo (sin protección) presentó la mayor tasa de incremento de PB mientras que las combinaciones de agentes de control biológico y materia orgánica mostraban menores tasas de incremento. El promedio del ABCDE en los tratamientos de origen biológico fue de 0.054 comparado con la de los tratamientos a base de peróxido de hidrógeno que alcanzó una media de 0.021 (Tabla 3); lo anterior significaría que la epidemia de PB se desarrolló más rápidamente en las parcelas experimentales protegidas con agentes de control biológico que en las tratadas con peróxido de hidrógeno pero superiores aritméticamente al promedio del ABCDE para el testigo protegido (Tebuconazole) que fue de 0.0009.

El peróxido de hidrógeno ha sido empleado como fungicida de patógenos foliares en cultivos como vid y limón en condiciones de campo y postcosecha respectivamente (Smilanick *et al.*, 1995; Crisp, 2004); sin embargo, los resultados obtenidos con ese químico en este trabajo indican una respuesta consistente y por lo tanto, promisorio, a un patógeno del suelo que debe ser investigada en otros estudios futuros.

De manera aritmética en la mayoría de las variables consideradas en el trabajo, el promedio obtenido por los tratamientos con peróxido de hidrógeno fue mejor en comparación con los de origen biológico, lo cual podría conducir al empleo preferente del peróxido de hidrógeno sobre los productos biológicos; dado el buen desempeño de este químico resulta indispensable generar mayor información sobre el comportamiento del peróxido de hidrógeno como fungicida de “rescate”; es decir cuando la epidemia de PB se encuentra en su fase inicial.

Los trabajos de Clarkson *et al.* (2006) y Dilbo *et al.* (2015) reportan que la asociación del Tebuconazole con especies del género *Trichoderma* proporcionó resultados satisfactorios para el combate de la PB por lo que se debe probar las

posibles interacciones entre agentes de control biológico y el Tebuconazole.

El presente trabajo incluyó la fase preventiva de la enfermedad (tratamiento a la semilla) y una aplicación “curativa” a los 30 dds que en realidad actuó como preventiva ya que la epidemia de PB no se manifestó hasta los 60 dds; es posible que los resultados cambien drásticamente si se intenta el control biológico una vez que la epidemia de PB se ha iniciado, al respecto, McLean (2001) reporta que al evaluar la efectividad de aislamientos de *T. harzianum* para el manejo de PB en cebolla se obtuvieron resultados satisfactorios hasta 12 semanas después de la siembra aunque posteriormente la incidencia de la enfermedad alcanzó 98%; es decir, ninguno de los tratamientos evaluados proporcionó un control continuo de PB; estos resultados apuntan hacia una posible dificultad de algunos agentes de control biológico para establecerse definitivamente en el suelo y obligaría a realizar aplicaciones adicionales por lo que se requiere mayor investigación en el potencial de los agentes de control biológico para detener rápidamente el progreso de una epidemia de PB.

Otra alternativa para el empleo de agentes de control biológico puede ser su aplicación dentro de un esquema de manejo integrado donde se combine su aplicación con el uso de Tebuconazole como fungicida de “rescate” en suelos con baja presión de inóculo.

Todos los tratamientos evaluados resultaron similares en cuanto a variables como incidencia final e inicial de PB, días al inicio de la epidemia y área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad, sin embargo, el número de plantas enfermas por día (tasa de avance diario) fue menor en las parcelas tratadas con el fungicida Tebuconazole.

## LITERATURA CITADA

- Baldry, M.G., 1983. The bactericidal, fungicidal and sporicidal properties of hydrogen peroxide and peracetic acid. *Journal of Applied Bacteriology* 54: 417-423.
- Clarkson, J.P., A. Scruby, A. Mead, C. Wright, B. Smith, J.M. Whipps, 2006. Integrated control of *Allium* white rot with *Trichoderma viridae*, Tebuconazole and composted onion waste. *Plant Pathology* 55: 375-386.
- Coventry, E., R. Noble, A. Mead, F.R. Marin, J.A. Pérez, J.M. Whipps, 2006. *Allium* white rot suppression with composts and *Trichoderma viride* in relation to sclerotia viability. *Phytopathology* 96: 1009-1020.



- Crisp, P., 2004. Sustainable control of grapevine powdery mildew (*Uncinula necator* Schweinitz Burrill) in vineyards in South Australia. Ph. D. Thesis. School of Agriculture and Wine. University of Adelaide. 120 p.
- Crowe, F., 1995. White rot. In: Compendium of onion and garlic diseases. The American Phytopathological Society. Schwartz, H.F., S.K. Mohan (eds.), APS Press. St. Paul, MN. 54 p.
- Davis, R.M., J.J. Hao, M.K. Romberg, J.J. Nuñez, R.F. Smith, 2007. Efficacy of germination stimulants of sclerotia of *Sclerotium cepivorum* for management of white rot of garlic. Plant Disease 91: 204-208.
- Delgadillo, S.F., E.M. Zavaleta, A.L. Aguilar, A.V. Arévalo, I. Torres, A.R. Valdivia, J.A.T. Garzón, 2004. Manejo de la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk.) del ajo en Guanajuato, México. Agricultura Técnica en México 30: 41-52.
- Dilbo, C., M. Alemu, A. Lencho, T. Hunduma, 2015. Integrated management of garlic white rot (*Sclerotium cepivorum* Berk.) using some fungicides and antifungal *Trichoderma* species. Journal of Plant Pathology & Microbiology <http://dx.doi.org/10.4172-7471.1000251> Consultado en línea el 01 de Febrero de 2016
- Jaime, M.D.L.A., T. Hsiang, M.R. McDonald, 2008. Effects of *Glo-mus intraradices* and onion cultivar on *Allium* white rot development in organic soils in Ontario. Canadian Journal of Plant Pathology 30: 543-553.
- López, F.L.C., 1996. Efectividad del tebuconazole (Folicur 250 CE) contra *Sclerotium cepivorum* Berk. causante de la pudrición blanca del ajo, en el tratamiento a la semilla y en aspersiones al suelo. Memorias XXIII Congreso Sociedad Mexicana de Fitopatología.
- Mahdizadehnaraghi, R., A. Heydari, H.R. Zamanizadeh, S. Rezaee, J. Nikan, 2015. Biological control of garlic (*Allium*) white rot disease using antagonistic fungi-based bioformulations. Journal of Plant Protection Research 55. DOI: 10.1515/jppr-2015-0017 Consultado en línea el 02 de febrero de 2016.
- McLean, K.L., 2001. Biological control of onion white rot using *Trichoderma harzianum*. Ph. D. Thesis. Lincoln University, Canterbury. 214 p.
- Metcalf, D.A., J.J.C. Dennis, C.R. Wilson, 2004. Effect of inoculum density of *Sclerotium cepivorum* on the ability of *Trichoderma koningii* to suppress white rot of onion. Plant Disease 88: 287-291.
- Papavizas, G.C., 1972. Isolation and enumeration of propagules of *Sclerotium cepivorum* from soil. Phytopathology 62: 545-549.
- Pedroza, S.A., 1999. Minicurso. Fitopatología Cuantitativa: un enfoque estadístico en el análisis epidémico. X Congreso de la Asociación Latinoamericana de Fitopatología y XXVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. 69 p.
- Pérez-Moreno, L., V. Ovalde-Portugal, J.G. Salinas-González, J.R. Sánchez-Pale, A.R. Entwistle, 1998. Current known distribution of white rot *Sclerotium cepivorum* Berk. in Mexico. In: Entwistle, A.R., L. Pérez-Moreno (eds.), Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Workshop on Allium white rot. Irapuato, Guanajuato, México. p. 6-9.
- Reveles-Hernández, M., R. Velásquez-Valle, A.G. Bravo-Lozano, 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Libro Técnico No. 11. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera de V.R., Zacatecas, México. 271 p.
- Schwartz, H.F., S.K. Mohan, 1995. Compendium of onion and garlic diseases. The American Phytopathological Society. St Paul, MN. 65 p.
- Smilanick, J.L., D.A. Margosan, D.J. Henson, 1995. Evaluation of heated solutions of sulfur dioxide, ethanol, and hydrogen peroxide to control postharvest green mold of lemons. Plant Disease 79: 742-747.
- Ulacio-Osorio, D., E. Zavaleta-Mejía, R. García-Espinoza, A. Pedroza-Sandoval, A. Martínez-Garza, 2003. Materia orgánica y microorganismos antagonistas como estrategias de manejo de *Sclerotium cepivorum* Berk. y su impacto en el progreso de la pudrición blanca en ajo (*Allium sativum* L.). Revista Mexicana de Fitopatología 21: 346-354.
- Velásquez-Valle, R., M.M. Medina-Aguilar, 2004. Persistencia de esclerocios de *Sclerotium cepivorum* Berk. en suelos infestados de Aguascalientes y Zacatecas, México. Revista Mexicana de Fitopatología 22: 143-146.
- Velásquez, V.R., M.H. Reveles, M.M.A. Medina, 2011. Ecología del hongo causante de la pudrición blanca del ajo y la cebolla y saneamiento de parcelas infestadas. Folleto Técnico No. 32. Campo Experimental Zacatecas-INIFAP, Calera de V.R., Zacatecas.