

ECOLOGÍA DEL HONGO CAUSANTE DE LA PUDRICIÓN BLANCA DEL AJO Y LA CEBOLLA Y SANEAMIENTO DE PARCELAS INFESTADAS



Rodolfo Velásquez Valle
Manuel Reveles Hernández
María Mercedes Medina Aguilar

**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. 32

ISBN: 978-607-425-611-6

Octubre 2011



Vivir Mejor

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

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez.
Subsecretario de Desarrollo Rural

MSc. Mariano Ruíz-Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ernesto Fernández Arias
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

MC. Jesús Antonio Berúmen Preciado
Oficial Mayor

COORDINACIÓN GENERAL DE GANADERÍA

Dr. Everardo González Padilla
Coordinador General

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

Dr. Pedro Brajch Gallegos
Director General

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

MSc. Arturo Cruz Vázquez
Coordinación de Planeación y Desarrollo

Lic. Marcial A. García Morteo
Coordinador de Administración y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

Dr. Homero Salinas González
Director Regional

Dr. Uriel Figueroa Viramontes
Director de Investigación

Dr. José Verástegui Chávez
Director de Planeación y Desarrollo

M.A. Jaime Alfonso Hernández Pimentel
Director de Administración

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

ECOLOGÍA DEL HONGO CAUSANTE DE LA PUDRICIÓN BLANCA DEL AJO Y LA CEBOLLA Y SANEAMIENTO DE PARCELAS INFESTADAS

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina

Delegación Coyoacán

México, D. F.

C. P. 04010 México, D. F.

Teléfono (55) 3871-7800

ISBN: 978-607-425-611-6

Primera Edición: Octubre de 2011

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

Cita correcta:

Velásquez, V. R., Reveles, H. M. y Medina, A. M. M. 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, CIRNOC-INIFAP, 24 p.

Índice

Introducción.....	1
Ecología del Agente causal de la pudrición blanca.....	2
Síntomas.....	8
Saneamiento de una parcela infestada con pudrición blanca .	12
Literatura citada.....	20

ECOLOGÍA DEL HONGO CAUSANTE DE LA PUDRICIÓN BLANCA DEL AJO Y LA CEBOLLA Y SANEAMIENTO DE PARCELAS INFESTADAS

Rodolfo Velásquez Valle¹

Manuel Reveles Hernández²

María Mercedes Medina Aguilar³

INTRODUCCIÓN

La enfermedad conocida como pudrición blanca del ajo y la cebolla, causada por el hongo *Sclerotium cepivorum* Berk. es la enfermedad de mayor importancia de estos cultivos en México (Heredia y Delgadillo, 2000). El estado de Zacatecas se ubica entre los cinco mayores productores de ajo en el país por lo que la presencia de la pudrición blanca en las parcelas de la entidad genera pérdidas directas variables por la muerte de plantas y consiguiente reducción en el rendimiento así como pérdidas indirectas provocadas por el costo de la aplicación de fungicidas que frecuentemente fracasan debido a lo tardío de su aplicación (Reveles *et al.*, 2009). El combate de la pudrición blanca se ha fundamentado en la aplicación de medidas preventivas, como el tratamiento de semilla, principalmente, y correctivas como la aplicación de fungicidas en el riego, sin embargo, la generación de medidas de combate de una enfermedad y su aplicación exitosa por parte de técnicos y productores en parcelas comerciales depende en gran medida del

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

³ Asistente del Programa de Fitopatología del Campo Experimental Zacatecas - INIFAP

conocimiento que se tenga de la biología del agente causal. Esto es particularmente importante en el caso de la pudrición blanca donde es necesario que se entiendan los mecanismos que emplea el agente causal para diseminarse dentro de una parcela y permanecer por extensos periodos; varios años, dentro de ella. Esta publicación presenta información sobre el procedimiento para la eliminación de plantas de ajo con síntomas de pudrición blanca basada en la ecología del hongo responsable de la enfermedad. La información es indispensable para los responsables de la sanidad de las parcelas comerciales de ajo y cebolla.

En la presente publicación se repasan aspectos sobresalientes de la ecología de *S. cepivorum* Berk. que impactan sobre la efectividad de prácticas de combate como es el caso del saneamiento del cultivo, técnica de combate de la que también se describe en este folleto.

Ecología del agente causal de la pudrición blanca.

La enfermedad conocida como pudrición blanca representa la principal amenaza para los cultivos de ajo y cebolla en los estados de Zacatecas y Aguascalientes. De acuerdo con algunos reportes la enfermedad se reportó en Zacatecas desde inicios de la década de 1990; desde entonces, los esclerocios que provocan la enfermedad se han encontrado en más del 90% de las parcelas agrícolas que se pueden destinar a la producción de ajo y/o cebolla tanto en Zacatecas como en Aguascalientes aunque la densidad de esclerocios en cada una de ellas es variable (Cuadro 1). (Velásquez 1991; Velásquez *et al.*, 2002; Velásquez-Valle y Medina-Aguilar, 2004).

Cuadro 1. Frecuencia de parcelas y densidad de esclerocios de *S. cepivorum* por kilogramo de suelo en Zacatecas y Aguascalientes, México.

Densidad de esclerocios/Kg de suelo	Número de parcelas	% del área total estatal muestreada
Aguascalientes		
0	2	5.9
1 – 10.9	8	23.5
11 – 20.9	11	32.3
21 – 40.9	4	11.7
41 – 80.9	2	5.9
Más de 81	7	20.6
Total	34	99.9
Zacatecas		
0	1	3.8
1 – 10.9	13	50.0
11 – 20.9	6	23.1
21 – 40.9	5	19.2
41 – 80.9	1	3.8
Más de 81	0	0.0
Total	26	99.9

(Fuente: Velásquez-Valle y Medina-Aguilar, 2004)

La pudrición blanca es causada por el hongo llamado *Sclerotium cepivorum* Berk. cuya principal característica es la producción de pequeñas esferas negras llamadas esclerocios sobre la superficie de los bulbos de plantas de ajo o cebolla. Estas estructuras, que regularmente miden entre 0.3 y 0.6 mm de diámetro, se pueden encontrar entre

el algodoncillo blanco o micelio que cubre los bulbos de las plantas enfermas (Figura 1). La función de los esclerocios es la de sobrevivir en el suelo por periodos prolongados, siendo capaz de sobrevivir hasta 40 años, aún sin la presencia de plantas de ajo o cebolla (Davis *et al.*, 2007); pero también sirven como medios de diseminación ya que pueden viajar largas distancias en bulbos de ajo enfermos o en los empaques como costales u otros contenedores y en el suelo que se adhiere a la maquinaria o transporte usado en las parcelas de producción de ajo o cebolla. La longevidad de los esclerocios para sobrevivir se debe a la constitución de su capa externa por lo que solamente perderán su capacidad de sobrevivir al romperse esta capa (Littlely y Rahe, 1992).

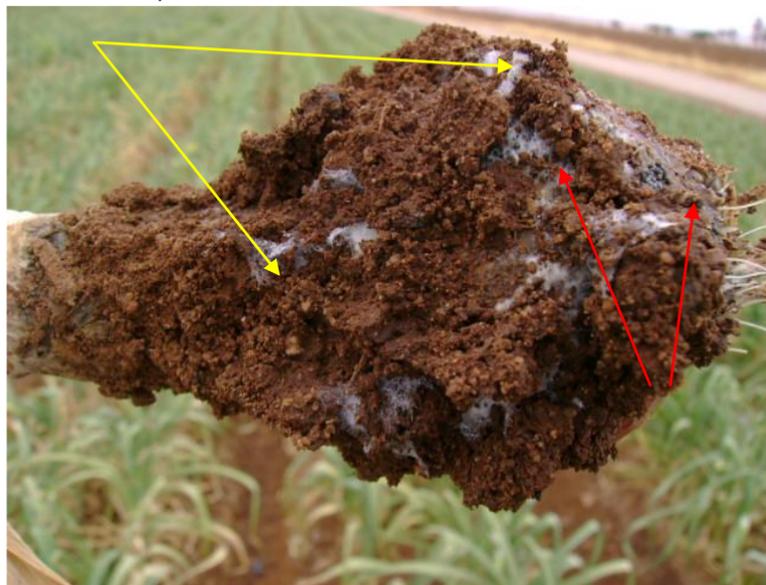


Figura 1. Micelio (algodoncillo; flechas amarillas) y esclerocios (flechas rojas) de *S. cepivorum*, agente causal de la pudrición blanca del ajo y la cebolla.

La germinación de los esclerocios es provocada por la presencia en el suelo de compuestos orgánicos azufrados volátiles y solubles en agua y que son liberados por microorganismos del suelo a partir de los exudados que provienen de las raíces de plantas del género *Allium*, entre las que se encuentran el ajo y la cebolla, entre los más comunes, pero también pueden ser liberados de otros cultivos como el puerro y el shallot o chalote. Estos compuestos pueden estimular la germinación de esclerocios situados a 10 cm de la raíz donde se origina el compuesto azufrado (APS, 1995; Coventry *et al.*, 2006).

La temperatura afecta la germinación de los esclerocios; a temperaturas menores de 9 °C la germinación es muy lenta, alcanza su óptimo entre 14 y 18 °C y cesa repentinamente alrededor de 24 °C (APS, 1995).

Estudios realizados en otros países y localmente muestran que los esclerocios son más abundantes en las primeras capas del suelo; sin embargo, estas estructuras se pueden encontrar en números considerables a más de 20 cm de profundidad; esto facilita la sobrevivencia del patógeno ya que esos esclerocios podrían escapar fácilmente a la acción de fumigantes del suelo o a los tratamientos de solarización (Crowe y Hall, 1980; Velásquez-Valle, datos no publicados) La distancia entre plantas en parcelas infestadas tiene importancia en la diseminación del hongo dentro de la parcela; en 1956 se mencionaba que este hongo se dispersaba más rápidamente en parcelas donde las plantas de cebolla se tocaban entre ellas que en las parcelas donde las plantas de cebolla se encontraban más separadas

(Scott, 1956). Posteriormente Crowe y Hall (1980) demostraron que las hifas del hongo eran capaces de desarrollarse en uno a dos centímetros más allá de las raíces de una planta infectada y así eran capaces infectar plantas vecinas.

El número de esclerocios viables de *S. cepivorum* en el suelo que puede originar una epidemia de pudrición blanca es motivo de discusión aunque ya en 1971, Adams y Papavizas señalaban que cinco esclerocios por gramo de suelo eran suficientes para causar daño considerable. Crowe *et al.* (1980) mencionan que en experimentos donde la concentración de esclerocios en el suelo es mayor a un esclerocio por gramo de suelo (1000 esclerocios por kilogramo de suelo) la mayoría de las plantas de ajo y cebolla moría poco después de la emergencia. En California (Davis *et al.*, 2009) reportan que solo se requiere un esclerocio en 10 kilogramo de suelo para iniciar una epidemia de la enfermedad mientras que con una población de 10 a 20 esclerocios por kilogramo de suelo se ocasionaría la infección de todas las plantas. Al evaluar el efecto de la densidad de inóculo de este hongo sobre la incidencia de la enfermedad, Delgado *et al.* (2002) encontraron que a medida que el número de esclerocios aumentaba (de 0 hasta 50 esclerocios por kilogramo de suelo) también se incrementaba proporcionalmente la incidencia de la enfermedad.

Aunque la población de esclerocios persiste durante periodos largos se pueden presentar cambios temporales en su número; Crowe *et al.* (1980) indican que conforme avanza la temporada de cultivo el número de esclerocios

disminuye. Por otro lado, los estudios de McDonald y Lewis (1998) y Leggett y Rahe (1985) revelaron que bajo las condiciones invernales de Canadá las bajas temperaturas del suelo y la inundación de parcelas afectan negativamente la viabilidad de los esclerocios de *S. cepivorum*. En México, donde las temperaturas invernales son menos drásticas se ha encontrado que el proceso infectivo (de germinación de esclerocios hasta producción de micelio y/o esclerocios) en plantas de cebolla requiere en promedio 234 unidades calor tomando como base una temperatura umbral inferior de 10 °C (Morales *et al.*, 1993). Por el contrario, las altas temperaturas también afectan a los esclerocios de este hongo; Adams (1987) mencionó que los esclerocios expuestos a 35 °C por 32 días, 36 °C por cuatro días o a 48 °C por 10 minutos pierden su viabilidad. Es importante destacar que bajo condiciones de alta humedad en el suelo el hongo es capaz de producir microconidias que desempeñarían un papel importante en la diseminación y supervivencia del patógeno (Gindro y L'Hoste, 1997).

A pesar de que el hongo solo produce esporas no funcionales se ha registrado variación en su capacidad patogénica; según Sánchez-Pale (2002) algunos aislamientos de *S. cepivorum* provenientes de los estados de Puebla, Guanajuato y Zacatecas mostraron diferencias en aspectos como la intensidad y tasa de avance de la enfermedad, supervivencia de esclerocios en el suelo y habilidad para destruir tejidos. En estos estudios el aislamiento del hongo que resultó con mayor debilidad o menos agresivo, en esos aspectos resultó el colectado en Calera de V. R., Zacatecas.

Síntomas

Las hojas más viejas de las plantas de ajo o cebolla que se infectan con este hongo toman una coloración café y van muriendo hasta que solo quedan vivas las hojas más jóvenes de la planta que muestran una coloración verde opaco (Figura 2). En este punto las envolturas externas del bulbo de la plantas enfermas han sido colonizadas por el algodoncillo del hongo y los esclerocios que se produjeron entre el algodoncillo se encuentran listos para ser liberados en el suelo donde podrán permanecer viables hasta por 40 años aún cuando no se planten ajos o cebollas durante ese tiempo.



Figura 2. Plantas de ajo con síntomas severos de pudrición blanca.

Se ha mencionado que la persistencia de los esclerocios no es afectada por la acidez o alcalinidad (pH), estado nutricional o suplementación inorgánica del suelo (Coley-Smith, 1959). Las plantas enfermas son capaces de retener los esclerocios unidos al bulbo por un periodo corto; al secarse las envolturas del bulbo donde se encuentran adheridos serán fácilmente liberados hacia el suelo. Bajo condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad (temperaturas relativamente bajas), los esclerocios del hongo germinan y producen cordones miceliales que avanzan hacia la planta de ajo o cebolla para iniciar la infección en la raíz o en el tallo; un bulbo de cebolla puede ser completamente colonizado en un periodo de cinco a siete días (Stewart *et al.*, 1989a). De acuerdo con Stewart *et al.* (1989b) la naturaleza del ataque de *S. cepivorum* combina la acción de compuestos químicos y factores físicos sobre el tejido de la raíz o tallo. Se ha reportado que la destrucción de los tejidos de plantas de cebolla colonizados por el hongo se debe a la acción combinada de ácido oxálico y enzimas como la endopoligalacturonasa. La concentración de ácido oxálico se incrementa hasta en 3.3 mg por gramo de peso seco de tejido de cebolla por lo que se considera que esta sustancia está involucrada en la patogenicidad del hongo (Stone y Armentrout, 1985).

En forma natural los esclerocios contaminarán el suelo alrededor de los bulbos dañados; pero cuando se riega por gravedad el agua “lava” o desprende y arrastra los esclerocios hacia plantas sanas o hacia áreas de la parcela libres del inóculo. Esto mismo sucede cuando se desyerban manualmente estos sitios o cuando se pasa la maquinaria por estos manchones; los esclerocios “contaminan” otras

áreas de la parcela que estaban libres del hongo. Al intentar extraer una planta con síntomas avanzados de la enfermedad generalmente solamente se extrae el cogollo o centro de la planta dejando la mayor parte del bulbo y esclerocios en el suelo (Figura 3).



Figura 3. Restos de micelio (algodoncillo) (flechas rojas) del hongo causante de la pudrición blanca que permanecen en el suelo luego de extraer una planta muerta de ajo.

Es frecuente que alrededor de una planta enferma aparezcan más plantas con síntomas de la enfermedad (Figura 4); esto sucede porque el hongo puede pasar de una planta enferma a una sana por medio de las raíces. Este mecanismo de diseminación del hongo es de gran importancia en la aplicación de medidas de combate.



Figura 4. Diseminación de plantas de ajo con síntomas de pudrición blanca probablemente debido al contacto de raíces de plantas sanas y enfermas.

El manejo integrado de la pudrición blanca se desarrolla en dos etapas que pueden clasificarse como preventivas o previas al establecimiento del cultivo o la enfermedad y en correctivas o de aplicación posterior a la aparición de la enfermedad en una parcela. Entre las primeras se encuentran:

- a) El muestreo y análisis de suelo antes de la siembra de ajo o trasplante de cebolla
- b) El muestreo y análisis de semilla de ajo o plántula de cebolla antes de su siembra, trasplante o adquisición.
- c) El tratamiento químico de semilla de ajo o plantula de cebolla antes de su siembra o trasplante.

En el segundo grupo de medidas de combate de la pudrición blanca se encuentran:

- a) La aplicación de fungicidas por medio de la cintilla o directamente al cuello de las plantas enfermas
- b) El saneamiento de parcelas de ajo o cebolla afectadas por esta enfermedad.

A continuación se describen las principales características de esta práctica de manejo de la pudrición blanca.

Saneamiento de una parcela infestada con pudrición blanca.

El manejo integrado de la pudrición blanca del ajo y la cebolla establece como medidas fundamentales el establecimiento de esos cultivos en parcelas libres de esclerocios y el uso de semilla de ajo y plántula de cebolla libres de la enfermedad. La semilla de ajo o plántula de cebolla debe “curarse” antes de sembrarla o trasplantarla en la parcela definitiva. Sin embargo, puede ocurrir que a pesar de llevar a cabo todas las recomendaciones de manejo aparecen en la parcela plantas con síntomas de la enfermedad. En esta situación se aplica la práctica de “saneamiento” que consiste en eliminar las plantas con síntomas de una enfermedad, en este caso, la pudrición blanca. Antes de explicar como llevar a cabo tal práctica es importante conocer algunos requisitos para aplicarla exitosamente:

- Esta práctica intenta retrasar el avance inicial de una enfermedad, **antes de que invada toda la parcela**; es decir debe ponerse en práctica tan pronto como se observen las primeras plantas enfermas.

- La práctica de saneamiento en el esquema de manejo de pudrición blanca debe llevarse a cabo una o dos veces en el ciclo de cultivo; si después de sanear un cultivo por una o dos ocasiones siguen apareciendo plantas enfermas, entonces es necesario revisar el esquema de manejo de la enfermedad ya que probablemente el tratamiento con fungicidas (se debe revisar el o los productos utilizados, su dosis y periodicidad) no sea el apropiado para recuperar el cultivo.
- La práctica de saneamiento debe ser rápida; entre más tiempo se invierta en sanear una parcela mayor ventaja se le dará al hongo para producir y liberar esclerocios en el suelo.

La labor exitosa de saneamiento evita que se formen manchones o lunares de la enfermedad ya que estos deben recibir un tratamiento especial; el saneamiento, por tanto debe aplicarse cuando las plantas enfermas se encuentran en forma aislada (“salteadas”) en la parcela y aún son pocas. Es importante mencionar que la pudrición blanca tiende a formar manchones cuando los esclerocios ya se encontraban en el suelo antes del establecimiento del cultivo pero se presenta en forma “salteada” cuando la semilla de ajo o las plántulas de cebolla son la fuente de contaminación.

El proceso **exitoso** de saneamiento principia con la capacitación del personal que va a llevarlo a cabo. Se sugiere invertir el tiempo que sea necesario en entrenar al personal en la identificación correcta de las plantas con

síntomas de la enfermedad, ya que la identificación incorrecta de plantas enfermas conducirá a abandonar en la parcela plantas enfermas que continuarán con la diseminación de la enfermedad. Otras enfermedades como las producidas por los hongos *Fusarium* spp. y *Penicillium* spp que son comunes en la región (Velásquez y Medina, 2004) producen síntomas que pudieran aparecer como los provocados por la pudrición blanca por lo que la fase de entrenamiento de personal es vital. Por otro lado, se pueden eliminar plantas sanas al confundirlas con las enfermas ocasionando una pérdida potencial de rendimiento.

Como ya se mencionó, el saneamiento debe ser llevado a cabo de manera rápida; entre menos trabajadores se destinen a esta labor más oportunidad tiene el hongo de completar su ciclo y liberar los esclerocios al suelo; una vez que los esclerocios del hongo se liberan en el suelo, la labor de saneamiento es inútil.

El saneamiento debe ser cuidadosamente planeado contando con todo el equipo necesario en el momento oportuno. Una vez que la enfermedad es detectada en una cama o surco, toda la parcela debe ser cuidadosamente revisada y en su caso, saneada. Es importante que la eliminación de plantas enfermas se lleve a cabo de manera ordenada o sistemática, es decir cama por cama o surco por surco para evitar diseminar la enfermedad a través de la parcela.

La práctica de eliminar plantas afectadas por pudrición blanca debe realizarse cuando el suelo entre camas o surcos se encuentre completamente seco para evitar que se

forme lodo que se adhiera al calzado de los trabajadores con lo cual se estaría ayudando a la diseminación de la enfermedad dentro de la parcela; por lo tanto es importante que no se produzcan fugas de agua en las cintillas que propicien la formación de charcos entre camas. Por otro lado, también es importante que el suelo alrededor de las plantas enfermas se conserve húmedo para evitar que una parte considerable de la capa de micelio y esclerocios se quede en el suelo al momento de extraer la planta.

Es recomendable que se formen equipos de dos trabajadores; el primero se ocupará de la extraer y poner en un recipiente las plantas enfermas y sus vecinas; el segundo trabajador asperjará una solución fungicida en los sitios de extracción. Es importante que se moje completamente el lugar de donde se extrajeron la o las plantas enfermas. Se recomienda utilizar el fungicida Tebuconazole en dosis de 2 ml del producto comercial por litro de agua para asperjarlo en los sitios de extracción de plantas enfermas.

Una vez que se identifica una planta con síntomas de pudrición blanca se debe extraer COMPLETA; es decir con el suelo que rodea a sus raíces y bulbo utilizando una pala u otra herramienta (Figura 5); NO se deben extraer tirando de ellas ya que así se dejarán los esclerocios en el suelo aun cuando se extraiga la mayor parte de la planta. En forma adicional se deben extraer las dos o tres plantas vecinas o más próximas a la planta enferma.



Figura 5. Extracción completa de plantas de ajo infectadas por *S. cepivorum*.

De preferencia los trabajadores deben entrar a la parcela por un extremo y trabajar simultáneamente tantas camas o surcos como alcance el número de trabajadores. Una vez que se termine el saneamiento de una cama o surco las plantas extraídas deben depositarse en un contenedor que las llevará a un lugar previamente seleccionado donde podrán incinerarse. Es importante asegurarse que los contenedores no presenten hoyos o grietas por donde pueda derramarse el suelo contaminado con esclerocios.

Al terminar de eliminar las plantas enfermas de una cama los recipientes individuales deberán vaciarse en un contenedor mayor pero que también sea hermético para evitar liberar esclerocios en el camino de salida de la parcela (Figura 6).



Figura 6. Transporte **NO** recomendado de plantas enfermas y suelo contaminado con esclerocios de pudrición blanca. Es recomendable el uso de contenedores cerrados en forma hermética.

Recuerde, las plantas extraídas **NO** deben enterrarse ya que esa es la manera en que sobreviven los esclerocios del hongo. Debe evitarse que los trabajadores se regresen por las mismas camas o surcos con los recipientes llenos de plantas enfermas ya que existe el riesgo de ayudar a reinfestar las camas previamente saneadas (Figura 7).



Figura 7. Extracción de plantas de ajo enfermas con pudrición blanca hacia el exterior de una parcela.

Con los recipientes ya vacíos (sin plantas enfermas y sin suelo) los trabajadores podrán ingresar en otra serie de camas para repetir la extracción de plantas enfermas y aspersión de sitios infestados con la enfermedad. Al entrar en otra serie de camas o surcos es recomendable que los trabajadores humedezcan su calzado en un tapete fitosanitario a base de la misma solución fungicida mencionada anteriormente

Recuerde que dentro de una parcela con pudrición blanca deben llevarse a cabo el menor número de movimientos, ya sea con maquinaria o con trabajadores, por lo que se requiere contar con suficientes equipos de aspersión. El empleo de solamente un equipo de aspersión conduce a que se tenga que ingresar en repetidas ocasiones a la

parcela elevando el riesgo de dispersar la enfermedad que se intenta combatir.

La eliminación de plantas de ajo con síntomas de pudrición blanca contribuye a evitar que la severidad de la enfermedad se aumente excesivamente dentro de una parcela; sin embargo, su empleo repetido refleja una falla grave en el esquema de manejo de la enfermedad.

Debe recordarse que dentro del programa de manejo integrado de pudrición blanca el control químico (tratamiento a la semilla y/o aplicaciones de fungicidas) de esta enfermedad continúa fungiendo como la pieza clave del manejo exitoso de la enfermedad.

La pudrición blanca del ajo y la cebolla es una enfermedad que permanecerá por un periodo prolongado en las parcelas donde ya se ha detectado; por consiguiente es importante aprender a convivir ventajosamente con ella por medio de la aplicación de todas las medidas de combate posibles; la utilización de más prácticas de manejo agrega posibilidades adicionales de éxito al combate de la enfermedad.

Literatura citada

- Adams, P. B., and Papavizas, G. C. 1971. Effect of inoculum density of *Sclerotium cepivorum* and some soil environmental factors on disease severity. *Phytopathology* 61:1253-1256.
- Adams, P. B. 1987. Effects of soil temperature, moisture and depth on survival and activity of *Sclerotium minor*, *Sclerotium cepivorum* and *Sporidesmium esclerotiorum*. *Plant Disease* 71:170-174.
- American Phytopathological Society (APS). 1995. Compendium of onion and garlic diseases. APS Press. St. Paul, MN, USA. 54 p.
- Coley-Smith, J. R. 1959. Studies of the biology of *Sclerotium cepivorum* Berk. III. Host range; persistence and viability of sclerotia. *Annals of Applied Biology* 47:512-518.
- Coventry, E., Noble, R., Mead, A., Marin, F. R., Perez, J. A., and Whipps, J. M. 2006. Allium white rot suppression with composts and *Trichoderma viridae* in relation to sclerotia viability. *Phytopathology* 96:1009-1020.
- Crowe, F. J., Hall, D. H., Greathead, A. S., and Baghott, K. G. 1980. Inoculum density of *Sclerotium cepivorum* and the incidence of white rot of onion and garlic. *Phytopathology* 70:64-69.

- Crowe, F. J., and Hall, D. H. 1980. Vertical distribution of sclerotia of *Sclerotium cepivorum* and host root systems relative to white rot of onion and garlic. *Phytopathology* 70:70-73.
- Davis, R. M., Hao, J. J., Romberg, M. K., Nunez, J. J., and Smith, R. F. 2007. Efficacy of germination stimulants of sclerotia of *Sclerotium cepivorum* for management of white rot garlic. *Plant Disease* 91:204-208.
- Davis, R. M., Aegerter, B. J., Laemmlen, F. F., and Voss, R. E. 2009. Onion and garlic white rot. UC ANR Publication 3453. University of California. 3 p.
- Delgadillo, S. F., Zavaleta, M. E., Osada, K. S., Arévalo, V. A., González, H. V. A., Nieto, A. D. y Torres, P. I. 2002. Densidad de inóculo de *Sclerotium cepivorum* Berk. y su control mediante tebuconazole en ajo (*Allium sativum* L.). *Revista Mexicana Fitotecnia* 25:349-354.
- Gindro, C. and L'Hoste, G. 1997. Germination and infectious potential of microconidia of *Sclerotium cepivorum*. *Journal of Phytopathology* 145:171-175.
- Heredia, G. E. y Delgadillo, S. F. 2000. El ajo en México: Origen, Mejoramiento Genético, Tecnología de Producción. Libro Técnico Núm. 3 Campo Experimental Bajío – INIFAP, Celaya, Guanajuato, México. 102 p.

- Leggett, M. E. and Rahe, J. E. 1985. Factors affecting the survival of sclerotia of *Sclerotium cepivorum* in the Fraser Valley of British Columbia. *Annals of Applied Biology* 106:255-263.
- Littley, E. R. and Rahe, J. E. 1992. Sclerotial morphogenesis in *Sclerotium cepivorum* *in vitro*. *Canadian Journal of Botany* 70:772-778.
- McDonald, M. R. and Lewis, T. 1998. Winter survival of sclerotia of *Sclerotium cepivorum* Berk. Pp. 11-14. *In: Proceedings of the Sixth International Workshop on Allium white rot.*
- Morales, R. I., Zavaleta,-Mejía, E., Domínguez-Ruiz, B. y García, E. R. 1993. Determinación de unidades calor requeridas en el proceso infeccioso de *Sclerotium cepivorum* en *Allium cepa*. *In: Memorias. XX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología.* P. 103.
- 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.
- Sánchez-Pale, J. R., Zavaleta-Mejía, E., Mora-Aguilera, G. y Pérez-Moreno, L. 2002. Pathogenicity of four mexican isolate of *Sclerotium cepivorum* Berk. in three cultivars of garlic (*Allium sativum* L.). *Agrociencia* 36:103-113.

- Scott, M. R. 1956. Studies of the biology of *Sclerotium cepivorum* Berk. II. The spread of white rot from plant to plant. *Annals of Applied Biology* 44:584-589.
- Stewart, A., Fullerton, R. A., and Sutherland, P. W. 1989a. Infection of onion by the white rot pathogen, *Sclerotium cepivorum*. *Journal of Phytopathology* 126:33-42.
- Stewart, A., Backhouse, D., Sutherland, P. W., and Fullerton, R. A. 1989b. The development of infection structures of *Sclerotium cepivorum* on onion. *Journal of Phytopathology* 126:22-32.
- Stone, H. E. and Armentrout, V. N. 1985. Production of oxalic acid by *Sclerotium cepivorum* during infection of onion. *Mycologia* 77:526-530.
- Velásquez, V. R. 1991. Diseminación de la pudrición blanca del ajo en Zacatecas 1990 – 1991. Programa y memorias. IV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. P. 70.
- Velásquez, V. R., Medina, A. M. y Rubio, D. S. 2002. Guía para el manejo de la pudrición blanca del ajo en Zacatecas. Folleto Técnico No. 9. Campo Experimental Calera – INIFAP. Zacatecas, Zacatecas, México. 20 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, 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.

**COMITÉ EDITORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL
ZACATECAS**

Dr. Francisco G. Echavarría Chairez Presidente

Dr. Alfonso Serna Pérez Secretario

REVISIÓN TÉCNICA

M. C. Ernesto González Gaona

Ing. Candelario Serrano Gómez

DISEÑO DE PORTADA

L.C. y T.C. Diana Sánchez Montaña

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de
Octubre de 2011 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 1,000 ejemplares

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Produce Zacatecas, A. C. por su apoyo financiero al proyecto de “Validación de tecnología para el manejo integral de pudrición blanca en ajo” del cual se ha obtenido gran parte de los datos e información de esta publicación.

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

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez 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. 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
M.C. Valentín Melero Meraz Frutales



www.inifap.gob.mx

www.inifap-nortecentro.gob.mx

www.zacatecas.inifap.gob.mx