

Logros y rezagos en la investigación fitopatológica realizada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) en Aguascalientes y Zacatecas

Rodolfo Velásquez Valle ¹, Mario Domingo Amador Ramírez ²,
Manuel Reveles Hernández ².

RESUMEN

El cultivo de ajo en Aguascalientes y Zacatecas resulta de gran importancia en el entorno socioeconómico por la superficie plantada y por la mano de obra que genera a lo largo de su desarrollo y, posteriormente, durante su periodo de almacenamiento. Sin embargo, su potencial de rendimiento se ve afectado por diversas enfermedades para las que el Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) a través de sus campos experimentales de Pabellón y Zacatecas ha generado o validado información tendiente al manejo de estos problemas patológicos. En este reporte se describen los avances logrados en cada una de las principales enfermedades pero también se hace un recuento de los rezagos existentes en algunas áreas específicas de investigación.

ABSTRACT

The garlic crop in Aguascalientes and Zacatecas is of great socioeconomic importance because of the planted area and of the labor hand needed through the crop growth and the storage

Palabras clave: Ajo, patógenos, enfermedades, manejo, situación actual.

Key words: Garlic, pathogens, diseases, management, current situation.

Recibido: 15 de abril de 2008, aceptado: 19 de junio de 2008

¹ Campo experimental Pabellón, fitovalle58@yahoo.com.mx.

² Campo experimental Zacatecas, amador.mario@inifap.gob.mx; reveles.manuel@inifap.gob.mx

period. However, its yield potential is affected by distinct diseases. The INIFAP through the Experiment Stations of Pabellon and Zacatecas, has generated or validated information that tends to manage this pathological problems. In this report, the achieved advances in each of the main diseases are described but also a recount is made of the delays in several specific research areas.

Los estados de Aguascalientes y Zacatecas constituyen una de las áreas productoras de ajo de mayor importancia socioeconómica en el país; alrededor de 2,500 hectáreas son cultivadas en la región correspondiendo el 80% a Zacatecas y el resto a Aguascalientes.

El ciclo de cultivo de esta hortaliza en ambos estados comprende un largo periodo que frecuentemente se extiende en el campo desde el mes de septiembre hasta finales de mayo o principios de junio para luego continuar con otras labores de limpieza y clasificación en el almacén. En este periodo, el cultivo requiere de una cantidad importante de mano de obra que puede alcanzar 280 jornales por hectárea hecho que refleja la importancia social del ajo en la región, aunado a que gran parte del ciclo de cultivo transcurre en la época invernal, es decir, cuando existen pocas alternativas de empleo en el medio rural.

Los productores de ajo regionales han incorporado al cultivo nuevas técnicas agrícolas que les permiten ser más eficientes en el empleo de insumos entre las que destaca el empleo de fertirrigación; la mayoría de los fertilizantes y algu-

nos fungicidas son aportados al cultivo mediante este sistema (Figura 1). Se piensa que en Zacatecas el 30% de los productores de ajo ya cuentan con este sistema de riego. Los principales tipos de ajo cultivados en Zacatecas son jaspeados o morados mientras que en Aguascalientes predominan los tipos blancos o California. Por otro lado, el rendimiento medio del cultivo es de alrededor de 10 y 9.5 toneladas por hectárea en Aguascalientes y Zacatecas, respectivamente.



Figura 1. Parcela de ajo a dos hilos y con riego por aspersión y cintilla en Zacatecas.

Durante su desarrollo en el campo, las plantas de ajo se ven sometidas a la acción de organismos dañinos (plagas, malas hierbas y enfermedades) que reducen su potencial productivo. La mayoría de las enfermedades que afectan al ajo en esta área de producción impactan las raíces y/o bulbo de las plantas; un número considerablemente menor daña el follaje. El INIFAP a través de sus investigadores en los Campos Experimentales Pabellón en Aguascalientes y Zacatecas ha realizado en éste último, distintos trabajos encaminados a lograr un manejo eficiente de las enfermedades que afectan al cultivo. En esta publicación se realiza un análisis de los logros obtenidos en el combate de enfermedades pero también se hace un recuento de los rezagos que no han sido atendidos. A continuación se analiza la información generada en cada enfermedad reportada en esta zona y se hace una breve reflexión acerca del estado de la situación de la investigación en esa enfermedad en particular.

Putridión blanca

Esta enfermedad apareció inicialmente en la década de 1980 en Aguascalientes y pocos años después se detectó en Zacatecas (Valle, 1989; Velásquez, 1991). Actualmente, es considerada como la enfermedad más importante del cultivo en la región. Es causada por el hongo *Sclerotium cepivorum* Berk., el cual es capaz de infectar solamente plantas de cebolla además del ajo. Este patógeno produce estructuras de resistencia llamadas esclerocios que pueden permanecer en el suelo por largos periodos de tiempo conservando la habilidad para germinar y causar la enfermedad al ser estimulados por los exudados de las raíces de ajo o cebolla (Figura 2).

Desde la aparición de la pudrición blanca en la región, el INIFAP concentró sus esfuerzos de investigación y validación en el desarrollo y difusión de las medidas de combate que frenaran la diseminación de la enfermedad en ambos estados. Actualmente se cuenta con la tecnología necesaria para la prevención y combate de la enfermedad para los productores de ajo de ambos estados (Velásquez *et al.*, 2001, 2002).

El paquete de medidas de combate de la enfermedad se realiza con el empleo de "semilla" sana y tratada con fungicidas así como en la selección rigurosa de la parcela a sembrar con esta hortaliza. Gran parte del éxito de la primera medida radica en el uso del fungicida *Tebuconazole* para el tratamiento a la semilla, mientras que el muestreo de suelo previo a la siembra de ajo con el fin de detectar y cuantificar la población de esclerocios viables de *S. cepivorum* es la



Figura 2. Parcela de ajo con plantas afectadas por *Sclerotium cepivorum* Berk., agente causal de la pudrición blanca.

base para la adecuada selección de una parcela y para definir el programa de manejo de la enfermedad tomando en cuenta la densidad de esclerocios, distribución en el campo, y los antecedentes de la parcela, entre otros factores.

La evaluación de la efectividad de la aplicación de otras medidas de combate como la rotación de cultivos y/o la incorporación de restos de crucíferas se mantiene en espera de mayor investigación ya que los resultados obtenidos en muestreos de suelo (Velásquez *et al.*, 2004) en Aguascalientes demostraron que diferentes niveles de población de esclerocios viables del patógeno eran capaces de persistir en forma natural en el suelo luego de diferentes periodos de tiempo durante el cual las parcelas se sometieron a diferentes rotaciones de cultivos, incluyendo crucíferas (sumando la incorporación de sus residuos) y cereales (Tabla 1). El empleo de estimulantes de la germinación de esclerocios como el bisulfuro de dialilo para reducir la población de esas estructuras en el suelo previamente a la siembra de ajo aún no ha sido evaluado en las condiciones de Aguascalientes o Zacatecas.

En otros estudios [previo a la siembra], se ha determinado la distribución espacial de los esclerocios de *S. cepivorum* en el suelo de parcelas en Aguascalientes y Zacatecas (Velásquez *et al.*, 2005).

Es frecuente que se realicen de una a dos aplicaciones de *Tebuconazole* para "prevenir"

el ataque de la pudrición blanca. Este fungicida se ha convertido en el más empleado para el manejo químico de la enfermedad pero también genera inquietud ya que tiene más de 10 años utilizándose para controlar el agente causal de la pudrición blanca y aunque a la fecha no se han registrado problemas para controlar la enfermedad en Aguascalientes y Zacatecas, no se descarta el surgimiento de resistencia en un mediano plazo debido a la constante aplicación de este producto. Es importante que el INIFAP, en colaboración con las empresas fabricantes de esos productos, reactive la evaluación de agroquímicos en la región para seleccionar las alternativas que pudieran sustituir al *Tebuconazole* en una situación dada.

Por otro lado, existen pocos reportes acerca de la existencia de resistencia genética del ajo a *S. cepivorum* (Delgadillo *et al.*, 1996); en Aguascalientes (Velásquez *et al.*, 2001) mencionan que los ajos blancos pudieran ser más tolerantes a la enfermedad que los ajos morados, aunque los primeros presentan la desventaja de tener ciclos de cultivo prolongados que les impide mejores ventanas de mercadeo.

A pesar de que la mayoría de las parcelas a sembrar con ajo en Aguascalientes (94.1%) y Zacatecas (96.1%) (Velásquez-Valle y Medina-Aguilar, 2004) se encuentran infestadas con distintas densidades de esclerocios, se ha observado que en los últimos años la enfermedad no se manifiesta en forma generalizada debido

Tabla 1. Persistencia de esclerocios de *S. cepivorum* Berk. en suelos de Aguascalientes y Zacatecas.

Parcela	Años sin ajo o cebolla	Densidad actual de esclerocios/kg de suelo
1	1	38.6
2	2	10.8
3	2	30.0
4	5	63.4
5	2	6.7
6	6	5.1
7	2	11.0
8	2	17.8
9	10	10.0

parcialmente a la aplicación de las medidas de combate sugeridas por el INIFAP en la región.

Pudrición por *Ditylenchus*

El ataque del nemátodo *Ditylenchus dipsaci* Kühn es esporádico en ambos estados; la mayoría de los productores de ajo acostumbra "curar" la semilla antes de la siembra con uno o dos nematicidas, práctica que suele asegurar que la "semilla" se encuentra libre del patógeno al momento de la siembra. Es importante señalar que no se cuenta con estudios recientes que reconozcan la importancia de las infestaciones en suelo y "semilla" en ambos estados; ya que el más reciente data de 1991 (Reyes, 1991) donde se informa sobre la diseminación del nemátodo en la mayoría de las zonas productoras de ajo en Zacatecas. No se ha generado información epidemiológica debido a la inconsistencia de los ataques del patógeno.

Por otro lado, el manejo químico del nemátodo en las parcelas suele llevarse a cabo siguiendo las recomendaciones de las casas de agroquímicos pero no se cuenta con un catálogo de la efectividad biológica de los nematicidas químicos o biológicos disponibles actualmente. Las altas dosis y costos de los nematicidas empleados actualmente para combatir a *D. dipsaci* en las parcelas de ajo deben originar líneas de investigación sobre alternativas efectivas y de menor costo económico y ecológico que los nematicidas químicos actualmente recomendados.

Algunos productores de ajo acostumbra importar "semilla" de esa hortaliza de áreas donde se encuentra al nemátodo *D. destructor*, que también puede afectar al ajo. Aunque éste no es todavía un problema que involucre directamente al INIFAP en la región (debido a que se trata de un patógeno cuarentenado) sí deben mantenerse y observarse estrictos procedimientos cuarentenarios que eviten la introducción del nemátodo a las áreas productoras de ajo y cebolla en Zacatecas y Aguascalientes.

Pudrición por *Penicillium*

Ésta es una enfermedad causada por hongos del género *Penicillium*, del cual se ignora si se trata de una o varias especies. Las plántulas afectadas manifiestan una clorosis severa y las hojas basales mueren; al extraer la plántula se observa el micelio del hongo cubriendo la semilla. Gene-

ralmente, la enfermedad ocurre con mayor severidad en fechas de siembra tardías asociadas con bajas temperaturas y exceso de humedad en el suelo por riego o lluvias.

Los tratamientos químicos a la semilla actualmente utilizados, resultan poco efectivos cuando la siembra se realiza en las condiciones descritas pero no se cuenta con mayor información generada localmente sobre la efectividad biológica de fungicidas que contribuya a minimizar la incidencia del hongo cuando se realizan tratamientos a la semilla o que puedan aplicarse una vez que la enfermedad se presenta en el campo. Tampoco se dispone de información acerca del efecto sobre la incidencia de la enfermedad de las fechas de siembra o programación de riegos en la etapa inicial del cultivo; se desconoce también el grado de susceptibilidad o tolerancia a *Penicillium* spp. de los principales tipos de ajo cultivados en la región.

Pudrición por *Sclerotium*

Esta enfermedad ha sido observada recientemente afectando parcelas de ajo en tanto en Aguascalientes como en Zacatecas; su agente causal es el hongo *Sclerotium rolfsii* Sacc. que también produce esclerocios capaces de sobrevivir por largos periodos en el suelo. Otra característica de este patógeno es su amplia gama de hospedantes entre los que destacan cultivos de importancia económica en la zona como frijol, chile, papa, y cebolla, entre otros. En Aguascalientes, se le ha observado al final del ciclo cuando el follaje de las plantas enfermas empieza a tomar una coloración café similar al de las sanas, lo cual impide su identificación. Poco se sabe acerca de este patógeno y su relación con el cultivo de ajo pero es probable que la severidad de la enfermedad se incremente en suelos con alta fertilización orgánica (estiércol o rastrojo de maíz). Se desconoce la diseminación e importancia económica de la enfermedad.

La presencia errática de la enfermedad y su severidad ha impedido llevar a cabo actividades de investigación, sin embargo, es necesario determinar los posibles agentes químicos o biológicos que reduzcan su incidencia en el campo. Por otro lado, se debe comprobar la transmisión del patógeno en la semilla para recomendar las medidas oportunas. Otras medidas culturales como la rotación de cultivos requieren de estudios básicos de patogenicidad e incremento de

poblaciones del hongo bajo condiciones específicas de manejo del patrón de cultivos.

Mancha púrpura

La enfermedad puede presentarse, generalmente, en dos temporadas durante el ciclo de cultivo del ajo. La primera aparición de la enfermedad es en enero si ocurrieran lluvias intermitentes y temperaturas cálidas. La segunda; es al final del ciclo cuando el cultivo "cierra" los espacios entre camas y además, se proporcionan riegos frecuentes y pesados que contribuyen a crear un microambiente favorable para el desarrollo de la enfermedad.

La mancha púrpura es una enfermedad de distribución global por lo que su etiología está completamente establecida; es provocada por el hongo *Alternaria porri* Ellis que también puede afectar a las plantas de cebolla. Entre los productores y técnicos persisten errores en la identificación de esta enfermedad ya que, frecuentemente, se confunde con síntomas de deficiencias minerales que llevan a realizar aplicaciones innecesarias de fungicidas; por tanto, es necesaria la divulgación de la información fitopatológica que permita la identificación correcta de la enfermedad en el campo. Se cuenta con información acerca del combate químico de la enfermedad en la aparición de enero, sin embargo, es necesario validar sistemas de predicción climatológica de la enfermedad para optimizar el empleo de fungicidas. En la segunda época de aparición se requiere generar información acerca del manejo del agua de riego o arreglos topológicos que no afecten el desarrollo del cultivo pero que eviten la presencia de condiciones favorables para el desarrollo de una epidemia de mancha púrpura, lo cual evitaría la aspersión de fungicidas.

Raquitismo

El raquitismo es una enfermedad que afecta a los cultivos de ajo en Aguascalientes y que se caracteriza por el escaso desarrollo de las plantas de ajo y, consecuentemente, del bulbo, por lo que al final del ciclo estas plantas carecen de valor comercial; la enfermedad se presenta en manchones que ocasionalmente llegan a afectar hasta el 60% de algunas parcelas. Hasta la fecha la enfermedad no se ha detectado en Zacatecas. Se desconoce la identidad del agente causal (biótico o abiótico) aunque algunos muestreos han señalado la presencia del hon-

go *Fusarium* spp. en gran parte de las raíces de plantas afectadas pero no se ha comprobado su papel como agente causal de la enfermedad. Su presencia ha sido asociada a parcelas donde el ciclo anterior se cultivó maíz forrajero. Por otro lado, se ha intentado el combate químico de la enfermedad con escasos resultados.

El manejo del raquitismo se podrá optimizar una vez que se defina la identidad del patógeno o factor abiótico causante de la enfermedad.

Enfermedades provocadas por virus

Diversas sintomatologías asociadas con virus han sido observadas en la región. Un muestreo en el área de Aguascalientes reveló que el 65% de las plantas de ajo que no presentaban síntomas estaban infectadas con *Potyvirus*. Recientemente, se detectó la presencia de los virus del enanismo amarillo de la cebolla, virus latente común del ajo, virus del rayado amarillo del puerro y virus del jaspeado del tabaco en plantas de distintas variedades de ajo colectadas en Zacatecas. Sin embargo, se requiere conocer el impacto real de este tipo de enfermedades sobre la productividad del cultivo. La mayoría de estos virus son transmitidos por áfidos pero se desconoce también la especie o especies de este insecto-plaga presentes en la región. A la fecha, no existen recomendaciones específicas con el fin de combatirlo pero antes de generar para su manejo integrado, es necesario identificar plenamente las enfermedades que se encuentran en la zona, sus relaciones con otros cultivos como la cebolla, abundancia estacional de vectores, etc., para proporcionar medidas de manejo exitosas.

Los productores de ajo requieren del empleo de semilla "libre" de patógenos virales aunque se debe entender que la producción de este tipo de semilla es un proceso continuo que requiere de la inversión en personal, laboratorios e invernaderos que garanticen la calidad y volumen de la semilla libre de virus.

Otros desórdenes de etiología desconocida

Existen otros desórdenes de crecimiento del cultivo como el "escobeteado" que consiste en una proliferación de pseudotallos y el sobrecrecimiento de plantas que frecuentemente poseen bulbos sin diferenciación de dientes (Figura 3). De estos trastornos se desconoce la etiología puntual aunque algunas evidencias sugieren que podría

tratarse de excesos de fertilización nitrogenada y deficiente manejo del agua de riego.

Es necesario reconocer que existe poco apoyo e interés entre los productores de ajo para llevar a cabo estudios básicos como evaluación de pérdidas y estudios epidemiológicos; por otro lado, dentro del INIFAP tampoco se poseen los recursos necesarios que permitan a los investigadores generar información científica que desemboque en innovaciones tecnológicas, que a su vez, redunden en el incremento de la sanidad del cultivo. También se desconoce la incidencia e impacto económico de patógenos después del corte y durante el periodo de almacenamiento, tanto en el ajo que se destina al consumo como en el que será empleado como semilla.

La difusión oral y escrita de los resultados constituye una constante ocupación de los investigadores involucrados en el cultivo de ajo; a partir del año 2000 se ha publicado o contribuido en siete publicaciones dirigidas a productores y técnicos con recomendaciones aplicables en el ámbito regional y en cuatro artículos científicos en revistas nacionales. Adicionalmente, cada año se participa en la organización y desarrollo de eventos de capacitación (recorridos técnicos, días de campo, demostraciones, etc.).

CONCLUSIONES

En los campos experimentales Pabellón y Zaca-tecas, el INIFAP de la región se ha generado y/o validado la tecnología de manejo integrado que ha permitido reducir las pérdidas provocadas por la pudrición blanca, considerada todavía como la principal enfermedad de esta hortaliza. Sin embargo, existen algunos aspectos preocupantes tales como la falta de alternativas químicas para sustituir al fungicida más comúnmente empleado.

Se requieren acciones de investigación para dilucidar la etiología, impacto e incidencia de enfermedades emergentes como el raquitismo, las provocadas por virus y otros desórdenes así como generar la información epidemiológica que fundamente el manejo integrado de las principales enfermedades del ajo.

Por otro lado, no se cuenta con información acerca de la tolerancia de los principales materiales comerciales de ajo a las enfermedades en la región lo cual ayuda a complementar la dependencia de medios químicos para el manejo de las mismas.



Figura 3. Bulbos de ajo afectados por el "escobeteado" (izquierda) mostrando escasa diferenciación de dientes. Bulbos sanos (derecha) mostrando diferenciación normal de dientes.



Figura 4. Siembra manual de ajo.

BIBLIOGRAFÍA

- DELGADILLO, S. F., *et al.*, "Susceptibilidad de germoplasma de ajo (*Allium sativum* L.) a *Sclerotium cepivorum* Berk". *Memorias. XXIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología*, pág. 26, 1996.
- REYES, M. R. M. G., "Determinación de géneros de nemátodos asociados a la semilla de ajo (*Allium sativum* L.) en el estado de Zacatecas, México". *Tesis de Licenciatura*, México: UAZ, pág. 28, 1991.
- VALLE, G. P., "Pudrición blanca del ajo, enfermedad que se extiende en Aguascalientes". *Desplegable para Productores* núm. 12. SARH – INIFAP – CIFAP – Aguascalientes. Aguascalientes, México, 1989.
- VELÁSQUEZ, V. R. *et al.*, "Diseminación de la pudrición blanca del ajo en Zacatecas 1990-1991". *Programa y Memorias. IV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas*, pág. 70, 1991.
- VELÁSQUEZ, V. R., FRÍAS, L. L. C. y VALLE, G. P. "Manejo de la pudrición blanca del ajo en Zacatecas". Folleto técnico núm. 19. Campo Experimental Pabellón, INIFAP. Aguascalientes, México, pág.14, 2001.
- VELÁSQUEZ, V. R., MEDINA, A. M. M. y RUBIO, D. S. "Manejo de la pudrición blanca del ajo en Zacatecas". *Folleto técnico* núm. 19. Campo Experimental Calera, INIFAP. Zacatecas, México, pág. 20, 2002.
- VELÁSQUEZ - VALLE, R. y MEDINA - AGUILAR, M. M. "Persistencia de esclerocios de *Sclerotium cepivorum* Berk. en suelos infestados de Aguascalientes y Zacatecas, México". *Revista Mexicana de Fitopatología*, 22, pp. 143-146, 2004.
- VELÁSQUEZ - VALLE, R., *et al.*, Distribución espacial de esclerocios de *Sclerotium cepivorum* Berk. en Aguascalientes y Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 23, pp. 260-265, 2005.



Figura 5. Parcela de ajo con riego rodado.