

IDENTIFICACIÓN DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS Y NEMATODOS EN CULTIVOS DE AGUASCALIENTES, DURANGO Y ZACATECAS

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



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

M.A. JOSÉ EDUARDO CALZADA ROVIROSA
Secretario

LIC. JORGE ARMANDO NARVÁEZ NARVÁEZ
Subsecretario de Agricultura

M.C. MELY ROMERO CELIS
Subsecretario de Desarrollo Rural

M.C. RICARDO AGUILAR CASTILLO
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

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

DR. RAFAEL AMBRIZ CERVANTES
Encargado del Despacho de los Asuntos de la Dirección
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

MC. RICARDO ALONSO SÁNCHEZ GUTIÉRREZ
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

IDENTIFICACIÓN DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS Y NEMATODOS EN CULTIVOS DE AGUASCALIENTES, DURANGO Y ZACATECAS

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: 978-607-37-0815-9

Primera Edición: Noviembre 2017

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-Torres L.R. y Reveles-Hernández, M. 2017. Identificación de enfermedades causadas por bacterias y nematodos en cultivos de Aguascalientes, Durango y Zacatecas. Folleto Técnico Núm 89. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 38 páginas.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS	4
Mancha bacteriana del chile y jitomate.....	9
Cáncer bacteriano de chile y jitomate.	13
Agalla de la corona de la vid.	16
Bacterias asociadas al floema	20
Fitoplasmas	23
ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS	27
Nematodos formadores de agallas.....	32
Pudrición del ajo por <i>Ditylenchus</i>	36

IDENTIFICACIÓN DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS Y NEMATODOS EN CULTIVOS DE AGUASCALIENTES, DURANGO Y ZACATECAS

Rodolfo Velásquez-Valle¹
Luis Roberto Reveles-Torres²
Manuel Reveles-Hernández³

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los cultivos en Zacatecas son afectados por la acción de diversos patógenos que dañan el desarrollo y crecimiento normal de las plantas. Los organismos que usualmente infectan a las plantas se identifican como hongos, nematodos, bacterias y virus, entre las más comunes. Su acción sobre los procesos fisiológicos de la planta ocasiona diversos efectos que se conocen como síntomas (marchitez, manchas, defoliación etc.), mientras que la actividad de los patógenos se manifiesta como signos (exudados, esclerocios, rizomorfos, etc.). El reconocimiento correcto y rápido de estas manifestaciones puede conducir a minimizar las pérdidas provocadas por una enfermedad.

¹ Investigadores de los Programas de Fitopatología¹, Biología Molecular² y Sistemas de Producción³ del Campo Experimental Zacatecas – INIFAP.

Los patógenos más comunes y las enfermedades que provocan poseen algunas características que deben ser conocidas para complementar la información visual que se vierte en esta publicación por lo que se ha incluido una sinopsis de la epidemiología de enfermedades provocadas por bacterias y nematodos, así como orientación acerca de las posibles medidas preliminares de manejo. Adicionalmente se mencionan algunas publicaciones que pueden ser consultadas para adquirir información más detallada.

La identificación preliminar en campo de una enfermedad puede tener un gran valor al poner en práctica medidas que eviten el avance de una epidemia y por consiguiente, reduzcan el impacto económico sobre el rendimiento o calidad de un cultivo, esto, sólo mientras se obtiene la asesoría especializada de un laboratorio o asesor fitopatológico. En este sentido, la presente publicación tiene como objetivo proporcionar una guía de información a los productores y técnicos, para la identificación de enfermedades bacterianas y aquellas causadas por nematodos, la cual les permita determinar acciones

sanitarias de implementación provisional e inmediata que impidan el deterioro del cultivo.

Desde luego, esta publicación no constituye una guía exhaustiva para el manejo de ninguna de las enfermedades mencionadas en ella; para obtener toda la información acerca de la epidemiología y manejo de la enfermedad, el técnico o productor podrá consultar las publicaciones recomendadas al final de cada enfermedad, así como obtener mayor información local de sus asesores o del personal oficial.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS

En Zacatecas, las enfermedades causadas por bacterias, generalmente son de carácter esporádico y asociadas con periodos de alta temperatura y humedad relativa, aunque condiciones de manejo de un cultivo en específico pueden proporcionar esas condiciones y propiciar el desarrollo de una enfermedad bacteriana. A continuación, se presentan algunos aspectos relevantes de la biología bacteriana que ayudarán a entender y aplicar mejor la información sobre este tipo de enfermedades que se presenta en esta publicación.

La mayoría de cerca de las 2, 000 bacterias conocidas son benéficas al hombre ya que ayudan en la descomposición de las enormes cantidades de materia orgánica producto de la actividad humana y como resultado de la muerte de plantas y animales. Alrededor de 180 especies bacterianas son conocidas como agentes causales de enfermedades en plantas.

Las bacterias son microorganismos procariontes, es decir que carecen de núcleo, y se encuentran dispersos ampliamente en todo el planeta, la mayoría son de vida libre, aunque algunos causan enfermedades a otros organismos. Las morfologías de las bacterias son en forma de bastón, esféricas, elipsoidales, de filamento o espiral, aunque la mayoría de las bacterias fitopatógenas tienen forma de bastón. Algunas bacterias presentan flagelos que les permite el movimiento en medios líquidos pero otras bacterias no lo poseen (Agrios, 1970; de Bauer, 1987).

La reproducción de las bacterias es asexual por fisión binaria o bipartición, en donde cada célula se divide en dos células iguales, el cual principia con el desarrollo de una membrana citoplásmica hacia el centro de la célula madre, aunque algunas bacterias del orden Actinomycetales pueden producir esporas llamadas conidias en la punta del filamento (de Bauer, 1987).

El crecimiento de cada especie bacteriana puede variar en cuanto a tamaño, forma, elevación, forma de los bordes y color. Además, hay diferencias en los tiempos de duplicación, temperatura, pH, oxígeno, concentración de

solutos y la actividad del agua. Todas estas características son de gran utilidad para la identificación bacteriana (Goto, 1992).

La mayoría de las bacterias, se desarrollan parcialmente en su hospedero como parásitos y parcialmente en el suelo como saprófitos, entre ellas están las que atacan a las plantas (fitopatógenos). En el suelo las poblaciones de bacterias viven libre o saprofiticamente o dentro de un exudado bacteriano el cual las protege contra algunos factores adversos. Las bacterias también pueden sobrevivir sobre o dentro de las semillas, en otras partes de las plantas y en insectos. Las bacterias en las plantas pueden sobrevivir sobre las yemas, en heridas o aún dentro de los órganos infectados (Agrios, 1970).

La diseminación de estos patógenos de una planta o de una parte de la planta a otra, ocurre por medio del agua, insectos, animales (roedores) y por medio del hombre. La lluvia es capaz de transportar las bacterias de una planta a otra o de una parte de la planta a otra porción de la misma o del suelo a las hojas inferiores de las plantas; aún las bacterias que poseen flagelos no pueden moverse a

grandes distancias por sí mismas. Los insectos no solo llevan las bacterias de un sitio a otro, sino que también las inoculan las plantas en sitios específicos donde los patógenos se desarrollarán. En otros casos las bacterias requerirán de permanecer dentro del insecto para asegurar su supervivencia y diseminación. (Agrios, 1970).

Las bacterias fitopatógenas penetran en las plantas a través de heridas y/o por medio de las aberturas naturales como estomas, lenticelas o hidátodos; una vez que el patógeno penetra en los tejidos solo puede vivir en los espacios intracelulares y será capaz de aprovechar los contenidos celulares una vez que degrade la lamela media (Agrios, 1970).

Las enfermedades bacterianas requieren de la integración de actividades como el uso de semilla o plántula sana, desinfección de herramientas de corte, rotación de cultivos, prácticas culturales adecuadas, empleo de variedades resistentes, desinfección de semilla, saneamiento de parcelas infectadas, aspersion de antibióticos o fungicidas cúpricos, desinfección de suelo e instalaciones, entre otras, para lograr su control.

Existen microorganismos tipo bacteria que carecen de pared celular, llamados fitoplasmas y se caracterizan por vivir en el floema de las plantas y por requerir insectos vectores (como las chicharritas) para su disseminación, las cuales han sido identificadas en Zacatecas (Mauricio-Castillo et al., 2015); la infección de estas bacterias produce síntomas como yema grande, deformación foliar y de frutos, crecimiento excesivo de brotes, entre otros.

Literatura citada

Agrios, G. N. 1970. Plant Pathology. Second Printing. Academic Press, INC. New York, USA. 629 p.

de Bauer, de la I., M. L. 1987. Fitopatología. Primera reimpression. Editorial LIMUSA, S. A. de C. V. México, D. F. 519 p.

Goto, M. 1992. Fundamentals of bacterial plant pathology. Academic Press, INC. San Diego. California, USA. 342 p.

Mauricio-Castillo, J.A., Salas-Muñoz, S., Velásquez-Valle, R., Ambriz-Granados, S. y Reveles-Torres, L.R. 2015. "*Candidatus Phytoplasma trifolii*" (16SrVI) en

chile mirasol cultivado en Zacatecas, México.
Revista Fitotecnia Mexicano 38:389-396.

Mancha bacteriana del chile y jitomate

Agente causal: *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye.

Hospederos reportados en Zacatecas: Jitomate (*Lycopersicon esculentum* L.) y Chile (*Capsicum annum* L.).

Es importante saber que:

- La semilla de tomate puede servir como medio de dispersión de la bacteria.
- Las labores de poda o corte pueden favorecer la infección de plantas sanas. La bacteria puede sobrevivir por más de un año en residuos de cultivo.



Figura 1. Frutos maduros de tomate mostrando lesiones oscuras de mancha bacteriana.



Figura 2. Hoja de chile mostrando lesiones de color café – oscuro provocadas por la mancha bacteriana.

Manejo:

Jitomate

- Rotación de cultivos que no incluya jitomate o chile.
- Evitar la presencia de plantas voluntarias o residuos infectados.
- Producción de plántula sana en áreas donde el jitomate o chile no se cultiven.
- Aspersión de bactericidas cúpricos.

Chile

- Desinfección de la semilla con algún fungicida o base de cobre.
- Producción de plántula sana evitando las condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad en el invernadero como alta temperatura, exceso de humedad, formación de roció.
- Los almácigos o invernaderos donde se detecte la enfermedad deben ser atendidos después de los sanos.

Para saber más acerca de la mancha bacteriana:

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

American Phytopathological Society. 1993. Compendium of tomato diseases. Second Edition. APS Press. Ed. by J. B. Jones, J. P. Jones, R. E. Stall, and T. A. Zitter. St. Paul, MN, USA. 73 p.

Velásquez, V. R. y Medina, A. M. M. 2004. Enfermedades bacterianas del jitomate en Aguascalientes y Zacatecas, Folleto para productores Núm. 35. Campo Experimental Pabellón - INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 22 p.

Velásquez, V. R. y Medina, A. M. M. 2005. La mancha bacteriana del chile: una nueva amenaza en Aguascalientes y Zacatecas, Folleto Técnico No. 23. Campo Experimental Pabellón - INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 11 p.

Cáncer bacteriano de chile y jitomate.

Agente causal: *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et al.

Hospederos reportados: Jitomate (*L. esculentum* L.) y Chile (*C. annuum* L.).

Es importante saber que:

- La bacteria puede ser transmitida por medio de la semilla
- La práctica de podar las plántulas de jitomate ayuda a la dispersión de la bacteria
- La bacteria es capaz de sobrevivir en los residuos de cultivo



Figura 3. Fruto de jitomate con lesión típica de cáncer bacteriano



Figura 4. Fruto de chile mostrando lesiones características de cáncer bacteriano.

Manejo:

- Las plántulas de jitomate no deben ser despuntadas al momento del trasplante ya que se producen heridas de rápida colonización por la bacteria.
- Para reducir la dispersión de la enfermedad durante la poda o cortes de fruto se sugiere sumergir las

herramientas de corte en blanqueador diluido periódicamente.

- Los residuos de cultivos infectados deben ser enterrados antes de replantar jitomate.
- Se recomienda la rotación de cultivos con cereales por lo menos durante tres años.

Para saber más acerca del cáncer bacteriano:

American Phytopathological Society. 1993. Compendium of tomato diseases. Second Edition. APS Press. Ed by J. B. Jones, J. P. Jones, R. E. Stall, and T. A. Zitter. APS Press. St Paul, MN, USA. 73p.

Velásquez, V. R. y Medina, A. M. M. 2004. Enfermedades bacterianas del jitomate en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto para Productores Núm. 35. Campo Experimental Pabellón. INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 22 p.

Gleason, M. L., Braun, E. J., Carlton, W. M., and Peterson, R. H. 1991. Survival and dissemination of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in tomatoes. *Phytopathology* 81:1519-1523.

Agalla de la corona de la vid.

Agente causal: *Agrobacterium vitis*

Hospederos reportados: Vid (*Vitis vinifera* L.)

Es importante saber que:

- La bacteria que causa la enfermedad es capaz de sobrevivir en el suelo de donde infecta a las parras o bien dentro de las parras sin producir síntomas hasta que un daño por helada o mecánico reanuda la enfermedad.
- Las agallas que produce esta bacteria pueden matar a una parra en un periodo de un año si se forman en el tallo.
- No todos los cultivares de vid son igualmente susceptibles pero se desconoce la reacción de las variedades más comunes en la región a este patógeno.



Figura 5. Tallo de una parra mostrando el sobre crecimiento típico causado por la agalla de la corona.



Figura 6. Follaje de una planta de vid mostrando clorosis y desarrollo raquíptico asociados con la infección por agalla de la corona.

Manejo:

- La medida más práctica es el empleo de cultivares resistentes a la agalla de la corona.
- Evite establecer viñedos en suelos húmedos o pesados.

- Evite los daños mecánicos (por azadón, por ejemplo) o reduzca los causados por las bajas temperaturas del invierno.
- Elimine las plantas con síntomas procurando eliminar la mayor parte de las raíces.
- No deje los restos de las plantas enfermas dentro del viñedo.
- Se ha demostrado que el daño causado por nematodos formadores de agallas facilita el daño de agalla de la corona.
- La mayoría de los tratamientos químicos recomendados para el manejo de esta enfermedad no han sido efectivos, aunque algunos agentes de control biológico pudieran resultar efectivos pero requieren ser evaluados localmente.

Para saber más acerca de la agalla de la corona de la vid:

American Phytopathological Society. 1994. Compendium of grape diseases. Third Edition. Ed. by R. C. Pearson and A. C. Goheen. APS Press. St Paul, MN; USA. 93 p.

- Smith, L. D. and Stafne, E. T. SF. Crown gall of grape. Division of agricultural Sciences and Natural Resources. Oklahoma Cooperative Extension Service. Oklahoma State University. EPP – 7669. 4 p.
- Teviotdale, B. and Schroth, M. N. 1982. Crown gall. 79-80. In: Grape pest management. Division of Agricultural Sciences. University of California. Publication 4105. 312 p.
- Velásquez, V. R., Amador, R. M. D. y Reveles, H. M. 2009. Recomendaciones para el manejo de agalla de la corona y enfermedades virales de la vid en Zacatecas. Folleto Técnico No. 19. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 27 p.

Bacterias asociadas al floema

Agente causal: *Candidatus Liberibacter solanacearum*

Hospederos reportados: chile para secado, papa, jitomate.

Es importante saber que:

- Estas bacterias solo viven en el interior de las plantas; particularmente en el floema.

- Los síntomas de esta enfermedad incluyen bandeo amarillo en las hojas basales de las plantas.
- Son transmitidas por el insecto conocido como paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.).



Figura 7. Bandedo amarillo en hojas de chile para secado asociado con la infección por *Candidatus Liberibacter solanacearum*.



Figura 8. *Bandeado amarillo en hojas de jitomate asociado con la infección por Candidatus Liberibacter solanacearum*

Manejo:

- Producción de plántula de chile en condiciones protegidas que evite el contacto con el vector.
- Eliminar la población de malas hierbas alrededor de la parcela, antes del trasplante y dentro de ella durante el resto del ciclo.
- El control del vector, paratrioza, para evitar la infección con esta bacteria es poco eficiente.

Para saber más acerca de las bacterias asociadas al floema:

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R., Mena-Covarrubias, J., Salas-Muñoz, S. y Mauricio-Castillo, J.A. 2014. Outbreak of *Candidatus Liberibacter solanacearum* in dried chile pepper in Durango, Mexico. *Agrofaz* 3:87-92

Velásquez-Valle, R., Reveles –Torres, L.R. y Mena-Covarrubias, J. 2015. Presencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en chile para secado en Durango, México. Folleto Técnico Núm. 68. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. 32 p.

Fitoplasmas

Agente causal: *Candidatus Phytoplasma trifolii* (16 SrVI).

Hospederos reportados: Chile para secado (*C. annuum* L.) y Jitomate (*S. lycopersicum* L.).

Es importante saber que:

- Estas bacterias solo viven en el interior de las plantas; particularmente en el floema.

- Los síntomas que provocan recuerdan los daños causados por desbalances hormonales; incluyen clorosis generalizada, deformación de hojas, sobre crecimiento de ramas, entre otros, aunque el síntoma distintivo es la yema grande (cálices alargados y de color verde).
- La diseminación de estos patógenos ocurre, en forma natural, por medio de las chicharritas del betabel (*Circulifer tenellus* Baker).



Figura 9. Elongamiento de los sépalos, síntoma conocido como yema grande y atribuido a la infección por fitoplasmas.



Figura 10. Síntoma de yema grande asociado a la infección por fitoplasmas en plantas de jitomate

Manejo:

- Evite la presencia de malas hierbas dentro y en una franja de por lo menos 20 m alrededor de la parcela de chile.
- Conserve una buena densidad de plantas de chile ya que el vector de este fitoplasma se desarrolla en lugares soleados; una alta densidad de plantas de chile proporciona lugares sombreados que el vector evitará.

Para saber más acerca de los fitoplasmas:

- Arredondo-Pérez, A., Reveles-Torres, L. R. y Velásquez-Valle, R. 2013. Presencia de fitoplasmas asociados al síntoma de “yema grande” en chile para secado en Zacatecas, México. *Agrofaz* 13: 61-69.
- Bertaccini, A. and Duduk, B. 2009. Phytoplasma and Phytoplasma diseases: a review of recente research. *Phytopathologia Mediterranea* 48:355-378.
- Mauricio-Castillo, J.A., Salas-Muñoz, S., Velásquez-Valle, R., Ambriz-Granados, S. y Reveles-Torres, L.R. 2015. “*Candidatus* Phytoplasma trifolii” (16SrVI) en chile mirasol cultivado en Zacatecas, México. *Revista Fitotecnia Mexicano* 38:389-396.
- Reveles-Torres, L., R., Velásquez-Valle, R., Mauricio-Castillo, J.A., 2014. Fitoplasmas: Otros agentes fitopatógenos, in: INIFAP (Ed.), *Campo Experimental Zacatecas*. CIRNOC-INIFAP, Calera de V.R., Zacatecas, México, p. 41.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS

Los nematodos son patógenos pseudocelomados, generalmente vermiformes, de tamaño microscópico, con cuerpo no segmentado sin apéndices, con sistema muscular, nervioso, reproductivo y digestivo bien definidos, pero carecen de un sistema circulatorio. Estos organismos presentan dimorfismo sexual; es decir, se pueden distinguir hembras y machos; las hembras maduras de algunas especies aumentan de tamaño y adquieren cuerpos esféricos o en forma de pera (Agrios, 1970; de Bauer, 1987).

El cuerpo de los nematodos es más o menos transparente, cubierto por una cutícula incolora que puede mostrar anulaciones, puntos u otros tipos de marcas. El ciclo de vida de todos los nematodos es muy similar y comprende seis etapas, huevecillo, cuatro fases larvarias y adulto: los huevecillos dan origen a larvas cuya apariencia y estructura es muy parecida a la de los nematodos adultos. Las larvas se desarrollan y cada estado larval es finalizado

por una muda. Todos los nematodos muestran cuatro estados larvales con la primera muda ocurriendo dentro del corión del huevecillo. El segundo estado juvenil que emerge es el infectivo. Al final de la cuarta muda los nematodos resultantes se diferencian en hembras o machos. El ciclo de vida, de huevecillo a huevecillo puede tomar de tres a cuatro semanas bajo condiciones óptimas especialmente en lo que respecta a temperatura (Agrios, 1970; de Bauer, 1987).

La mayoría de los nematodos que atacan las plantas viven una parte de sus vidas en el suelo por lo que algunas de sus características como temperatura, porosidad, humedad y aereación afectan la supervivencia y movimiento de los nematodos en el suelo. Para enfrentar las condiciones adversas del suelo, los nematodos han desarrollado algunos mecanismos como la desecación, el congelamiento y la resistencia a la falta de alimento. Los nematodos ocurren en mayor abundancia en la capa de suelo comprendida entre 0 y 15 cm de profundidad, aunque esto puede variar de acuerdo con el lugar y hospedero. La distribución de estos patógenos en un suelo cultivado es irregular, pero será mayor alrededor de las raíces de

plantas susceptibles aun cuando estas profundicen hasta 150 cm o más (Agrios, 1970; Dropkin, 1989).

La capacidad de movimiento de los nematodos por si mismos es bastante reducida, aunque su velocidad parece estar relacionada con características del suelo como diámetro de poro, tamaño de partícula y contenido de humedad así como con el diámetro y actividad relativa del nematodo; los nematodos se mueven más rápidamente cuando los poros del suelo están cubiertos con una delgada capa de agua (micrones) que cuando los poros se encuentran saturados. Sin embargo, los nematodos pueden ser diseminados fácilmente por todo aquello que pueda acarrear partículas de suelo: equipo agrícola, agua de riego, inundación o drenaje, animales, tolvaneras o en calzado de trabajadores agrícolas en distancias cortas mientras que el movimiento de semilla o productos agrícolas contaminados son los responsables del movimiento de nematodos a largas distancias.

Por el lugar donde los nematodos se clasifican como ectoparásitos (aquellos que no entran en los tejidos de la raíz, sino que se alimentan solamente de las células

cercanas a la superficie de la raíz) o endoparásitos (aquellos que entran a los tejidos del hospedero y se alimentan desde dentro de la planta) y que pueden ser sedentarios o migratorios (Agrios, 1970).

Los mayores problemas causados por nematodos a los cultivos de Zacatecas corresponden a los llamados endoparásitos donde se ubican a los pertenecientes a los géneros *Meloidogyne* y *Nacobbus* que provocan daños en las raíces conocidos como agallas o nódulos, aunque otros nematodos pueden provocar otros síntomas subterráneos como lesiones en la raíz, proliferación de raicillas en sitios próximos a las lesiones de los nematodos, pudriciones de la raíz, en la parte aérea los síntomas de la actividad de los nematodos aparecen como enanismo, marchitez excesiva en días secos y/o calurosos, así como rendimiento y calidad reducidos. Unos pocos nematodos pueden atacar directamente la parte aérea de las plantas donde pueden causar agallas, lesiones necróticas deformación de hojas y tallos, desarrollo anormal de flores y en algunos casos pueden atacar cereales y pastos donde forman agallas que contienen nematodos en lugar de granos (Agrios, 1970).

El síndrome causado por el ataque de nematodos es complejo; al alimentarse de la raíz posiblemente disminuyen la capacidad de la planta para absorber el agua y los nutrientes necesarios por lo que el follaje de la planta se observa con síntomas de marchitez y de deficiencia de nutrientes, sin embargo, es el daño bioquímico producido por los nematodos el que realmente daña la fisiología de la planta y juega un importante papel en proveer puntos de entrada a otros patógenos con mayor capacidad de daño que el mecánico o de absorción de alimentos atribuido a los nematodos (Agrios, 1970).

Aunque los nematodos pueden provocar enfermedades por sí mismos, es frecuente que se vean asociados con otros organismos fitopatógenos como hongos y/o bacterias, por ejemplo, la severidad de la marchitez causada por el hongo *Fusarium* aumenta cuando las plantas también son infectadas por nematodos del género *Meloidogyne*. Otras interacciones similares se han observado con hongos como *Verticillium* spp, *Pythium* spp, *Rhizoctonia* spp y *Phytophthora* spp aunque en ninguno de estos casos el nematodo transmite a ninguno de los hongos señalados (Agrios, 1970).

Literatura citada.

Agrios, G. N. 1970. Plant Pathology. Second Printing. Academic Press, INC. New York, USA. 629 p.

de Bauer, de la I., M. L. 1987. Fitopatología. Primera reimpresión. Editorial LIMUSA, S. A. de C. V. México, D. F. 519 p.

Dropkin, V. H. 1987. Introduction to plant nematology. Second Edition. John Wiley & Sons. USA. 304 p.

Nematodos formadores de agallas

Agente causal: *Meloidogyne* spp

Hospederos reportados: Chile, Jitomate, Calabaza (*Cucurbita pepo* L.), Frijol, Girasol, Cebolla, Maleza.

Es importante saber qué:

- Los nematodos del género *Meloidogyne* causan daños más severos en suelos de textura arenosa.
- Estos nematodos infectan un gran número de plantas cultivadas y silvestres por lo que su combate es difícil.
- Las hembras, huevecillos y fases juveniles de este nematodo pueden sobrevivir en raíces no dañadas

que al desintegrarse liberan a los huevecillos y juveniles.

- La población de estos nematodos es más activa en suelos cálidos; la madurez se retrasa al bajar la temperatura del suelo.



Figura 64. *Agallas causadas por Meloidogyne spp en raíces de una planta de chile.*



Figura 65. *Agallas provocadas por Meloidogyne spp en raíces de una planta de frijol.*

Manejo:

- Rotación de cultivos con cereales como avena, cebada o trigo de por lo menos tres a cuatro años.
- Evitar trasplantar cultivos susceptibles como frijol, jitomate, calabaza o pepino en parcelas con antecedentes de la enfermedad.
- La aplicación de nematicidas químicos puede reducir temporalmente la magnitud del problema, pero debe tomarse en cuenta la persistencia del

producto y el tiempo restante a corte o cosecha antes de realizar una aplicación de nematicidas.

Para saber más acerca de agallas causadas por nematodos:

American Phytopathological Society. 1993. Compendium of tomato diseases. Second Printing. Ed. by J. B. Jones, J. P. Jones, R. E. Stall, and T. A. Zitter. APS Press. St. Paul, MN, USA. 73 p.

Velásquez-Valle, R. 2001. Geographic and host range of *Meloidogyne* spp in north central México. *Plant Disease* 85:445.

Velásquez, V. R. 2001. Nematodos agalladores afectando hortalizas y otros cultivos en el norte centro de México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 19:107-109.

Velásquez, V. R. y García, C. J. 2000. Guía para controlar nematodos del frijol y chile en Zacatecas. Desplegable para Productores No. 15. Campo Experimental Calera – INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México.

Pudrición del ajo por *Ditylenchus*

Agente causal: *Ditylenchus* spp.

Hospederos reportados: Ajo (*A. sativum* L.) y Cebolla (*A. cepa* L.).

Es importante saber que:

- Este nematodo puede afectar a otros cultivos importantes en la región como la cebolla y la alfalfa.
- La semilla de ajo puede diseminar al nematodo a largas distancias si no se realiza una selección rigurosa de bulbos antes o durante la etapa del desgrane.



Figura 66.. Bulbos de ajo con deformaciones causadas por el nematodo *Ditylenchus* spp.



Figura 67. Plantas de ajo con el follaje de color pajizo provocado por el ataque de *Ditylenchus spp*

Manejo:

- Empleo de semilla de ajo sana.
- Evitar el paso de maquinaria, agua de riego (en el caso de riego rodado), o trabajadores a través de los manchones de plantas enfermas.
- Saneamiento de manchones de plantas enfermas empleando nematicidas como Nematicur o Busan.

Para saber más acerca de la pudrición por nematodos:

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

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.

REVISIÓN TÉCNICA Y EDICIÓN

Dra. Silvia Salas Muñoz

CONACYT-INIFAP, Campo Experimental Zacatecas

Dr. Jorge Armando Mauricio Castillo

Unidad Académica de Agronomía UAZ

DISEÑO DE PORTADA

Luis Roberto Reveles Torres

CÓDIGO INIFAP

MX-0-241709-44-02-11-09-89

ENCARGADA DE LA COMISIÓN EDITORIAL DEL CEZAC

Dra. Raquel K. Cruz Bravo

Grupo Colegiado del CEZAC

Presidente: Dr. Jaime Mena Covarrubias

Secretario: MC. Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez

Vocal: Dr. Luis Roberto Reveles Torres

Vocal: Dr. Guillermo Medina García

Vocal: Ing. Manuel Reveles Hernández

Vocal: Dr. Francisco Echavarría Cháirez

Vocal: MC. Mayra Denise Herrera

La presente publicación se terminó de imprimir en formato electrónico en noviembre de 2017 en el Campo Experimental Zacatecas, Km 24.5 carr Zacatecas-Fresnillo. CP. 98500, Calera de V. R., Zacatecas, México.

Tel. 01 800 088 2222 ext 82328

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
Dr.	Manuel de Jesús Flores Nájera	Carne de Rumiantes
Dr.	Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ing.	José Ángel Cid Ríos*	Fríjol y Garbanzo
MC.	Juan José Figueroa González	Fríjol y Garbanzo
MC.	Mayra Denise Herrera	Fríjol y Garbanzo
Dr.	Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
MC	Valentín Melero 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