

# HONGOS Y NEMATODOS ASOCIADOS CON LA PUDRICIÓN DE LA CORONA DE LA ALFALFA EN EL NORTE CENTRO DE MÉXICO

RODOLFO VELÁSQUEZ-VALLE Y LUIS ROBERTO REVELES-TORRES



**SECRETARIA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL**

VÍCTOR MANUEL VILLALOBOS ARÁMBULA  
Secretario

MIGUEL GARCÍA WINDER  
Subsecretario de Agricultura

VÍCTOR SUÁREZ CARRERA  
Subsecretario de Autosuficiencia Alimentaria

DAVID MONREAL ÁVILA  
Coordinador General de Ganadería

SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA  
Coordinador General de Desarrollo Rural

IGNACIO OVALLE FERNÁNDEZ  
Titular del organismo Seguridad Alimentaria Mexicana

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

DR. JOSÉ FERNANDO DE LA TORRE SÁNCHEZ  
Director General

DR. RAÚL G. OBANDO RODRÍGUEZ  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M. C. JORGE FAJARDO GUEL  
Coordinador de Planeación y Desarrollo

MTRO. EDUARDO FRANCISCO BERTERAME BARQUÍN  
Coordinador de Administración y Sistemas

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO**

DR. ARTURO DANIEL TIJERINA CHÁVEZ  
Director Regional

DR. FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ  
Director de Investigación

ING. RICARDO CARRILLO MONSIVÁIS  
Director de Administración

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

# **HONGOS Y NEMATODOS ASOCIADOS CON LA PUDRICIÓN DE LA CORONA DE LA ALFALFA EN EL NORTE CENTRO DE MÉXICO**

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

ISBN: 978-607-37-1071-8

Primera Edición: Diciembre 2018

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

Cita correcta:

Velásquez-Valle, R. y Reveles-Torres L.R. 2018. Hongos y nematodos asociados con la pudrición de la corona de la alfalfa en el norte centro de México. Folleto Técnico Núm 97. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 22 páginas.

# CONTENIDO

Introducción.....	1
<i>Fusarium</i> .....	6
<i>Rhizoctonia</i> .....	8
<i>Verticillium</i> .....	9
<i>Pythium</i> .....	10
<i>Phytophthora</i> .....	10
Nematodos.....	12
Género <i>Ditylenchus</i> .....	14
Género <i>Pratylenchus</i> .....	16
Recomendaciones para el manejo de patógenos del suelo en el cultivo de alfalfa.....	17

# HONGOS Y NEMATODOS ASOCIADOS CON LA PUDRICIÓN DE LA CORONA DE LA ALFALFA EN EL NORTE CENTRO DE MÉXICO

Rodolfo Velásquez-Valle <sup>1</sup>  
Luis Roberto Reveles-Torres <sup>2</sup>

## Introducción

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) fue introducida por el ejército Persa en Grecia, de donde se diseminó a Europa y, posteriormente, en el siglo XV se introdujo en México y otros países americanos (Prosperi *et al.*, 2014). Por sus características bromatológicas y nutritivas, esta leguminosa es el principal forraje utilizado a nivel mundial para la producción de leche (Vázquez-Vázquez *et al.*, 2010). Dentro de la producción mexicana de forrajes, la alfalfa representa el 27%; en 2018 la superficie cultivada fue superior a 387, 000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 58.7 t ha<sup>-1</sup> de forraje en verde (SIAP, 2018). Los estados con mayor producción de esta planta forrajera a nivel nacional son Chihuahua, Guanajuato, Hidalgo, Baja California, Sonora, Durango, Coahuila y Puebla con el 70% de la producción nacional (Lara y Jurado, 2014). La alfalfa

---

<sup>1</sup> Investigadores de los programas de Fitopatología y Biología Molecular del Campo Experimental Zacatecas – INIFAP, respectivamente.

es un cultivo importante en el norte centro del país, donde se ubican los estados de Aguascalientes, Durango (“Los Llanos”) y Zacatecas. En esta zona es frecuente observar dentro de las parcelas comerciales de alfalfa manchones, de dimensiones variables, de plantas muertas o con escaso desarrollo. Los síntomas observados en las plantas dañadas dentro de esos manchones coinciden con los reportados para la enfermedad conocida como “pudrición de la corona”, sin embargo, en la región existe escasa o ninguna información respecto a los organismos asociados con dicha enfermedad o las pérdidas que ocasiona. Un estudio (Velásquez-Valle *et al.*, 2018) fue realizado en 2017 en parcelas de Aguascalientes, Durango y Zacatecas con la finalidad de identificar los microorganismos asociados con las plantas de alfalfa que mostraban síntomas de pudrición de la corona; en el presente folleto se muestran los resultados obtenidos.

Tal como su nombre lo indica, la pudrición de la corona se presenta como áreas corchosas o necrosadas en la corona de la planta que provocan brotaciones raquílicas o escasas (Figura 1) y que, eventualmente, afectan también al tejido vascular de la raíz (Figura 2). Esta

enfermedad se encuentra frecuentemente asociada con la pudrición de la raíz; ambas constituyen un factor importante que limita la longevidad de las parcelas de alfalfa. Los síntomas aéreos de las plantas infectadas son escaso desarrollo asociado con síntomas de falta de agua (marchitez); las hojas pueden tomar una coloración amarilla; las plantas infectadas frecuentemente mueren durante el invierno (Munkvold y Yang, 1996; Couture *et al.*, 2002).

El impacto económico de la enfermedad en esta región no ha sido cuantificado; sin embargo, el trabajo realizado por Chew y Santamaría (2000) en parcelas de alfalfa en la Comarca Lagunera, reveló que el daño se incrementa con la edad del cultivo; las pérdidas en la producción de forraje seco fueron de 11.6, 28 y 33.3% en el primero, segundo y tercer año de establecimiento respectivamente. La enfermedad se presenta inicialmente como manchones aislados que frecuentemente son asociados con áreas donde la humedad se acumula por periodos más o menos prolongados (Figura 3).



**Figura 1.** Síntomas externos (escasa y raquítica brotación) de planta de alfalfa dañada por la pudrición de la corona.



**Figura 2.** Corona de una planta de alfalfa mostrando brotación escasa y raquítica, así como daño al tejido vascular, síntomas de la pudrición de la corona.



Figura 3. Parcela de alfalfa mostrando manchones aislados sin plantas asociados a la incidencia de pudrición de la corona.

En las muestras de tejido de la corona de plantas de alfalfa se identificaron tres géneros de hongos (*Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Verticillium*) y dos de oomicetos (*Pythium* y *Phytophthora*) potencialmente patogénicos al cultivo. Todos ellos han sido asociados con la pudrición de la corona de la alfalfa a nivel global, por lo que a continuación

se presentan algunas de las principales características individuales de su interacción con la planta de alfalfa.

### *Fusarium*

Este hongo presentó la mayor frecuencia de detección; se encontró en todas las muestras de corona colectadas en los tres estados (Cuadro 1); es importante mencionar que se le detectó en forma aislada o en combinación con otros patógenos. Algunas especies de *Fusarium* causan la pudrición de las plántulas de alfalfa además de la pudrición de la corona; entre ellas se ha mencionado a *F. acuminatum*, *F. avenaceum*, *F. incarnatum*, *F. sambucinum*, *F. solani*, *F. roseum* y *F. oxysporum* (McKenzie y Davidson, 1975; Mauza y Webster, 1982; Uddin and Knous, 1991; Esteban-Santiago *et al.*, 2016).

**Cuadro 1.** Frecuencia de aislamiento de hongos y oomicetos asociados con la corona de plantas de alfalfa que mostraban síntomas de pudrición de la corona en parcelas de Aguascalientes, Durango y Zacatecas (Velásquez-Valle *et al.*, 2018).

Frecuencia de aislamiento (%)				
Patógeno	Aguascalientes	Durango	Zacatecas	Norte Centro
<i>Fusarium</i>	100	100	100	100
<i>Rhizoctonia</i>	88.9	83.3	100	93.3
<i>Verticillium</i>	33.3	16.7	66.7	46.7
<i>Phytophthora</i>	0.0	0.0	13.3	6.7
<i>Pythium</i>	83.3	33.3	60.0	53.3

Las heridas en tallos y la corona provocados durante los cortes, especialmente si estos son frecuentes, proporcionan abundantes sitios de entrada para algunos hongos que bajo condiciones naturales son poco agresivos. Estos hongos infectan lentamente los tejidos de la corona de las plantas durante meses o años, eventualmente matan a la planta o la predisponen para que

muera por efecto de la baja temperatura invernal (Munkvold y Yang, 1996).

### *Rhizoctonia*

*Rhizoctonia* es un habitante natural del suelo que coloniza y vive sobre materia orgánica muerta, pero en condiciones muy favorables es capaz de atacar plantas vivas como las de alfalfa (Vincelli, 2008). Este hongo presentó también una elevada frecuencia de detección en las muestras de la corona, sólo ligeramente inferior a la demostrada por *Fusarium*; desde 83% en Durango hasta 88 y 100% en Aguascalientes y Zacatecas respectivamente (Cuadro 1); resultados similares a los anteriores habían sido obtenidos por Chew (2000) en parcelas de alfalfa de la Comarca Lagunera.

En Iowa, EUA se ha reportado a la especie *R. solani* como el agente responsable de una pudrición de la raíz de alfalfa que se caracteriza por la producción de lesiones hundidas de color café, especialmente en los sitios donde emergen las raíces laterales (Munkvold y Yang, 1996). Por otro lado, Vincelli and Herr (1992) reportaron la patogenicidad de aislamientos de *Rhizoctonia*

pertencientes a diferentes grupos de anastomosis sobre el follaje (grupo AGI 1B) y sobre el tallo (grupo AG-4) de plantas de alfalfa donde provocaban tizón y lesiones en hojas y tallo respectivamente.

### *Verticillium*

La frecuencia de aislamiento de este hongo resultó superior en Zacatecas, con cerca del 67 % y fue menor en Durango y Aguascalientes (16.7 y 33.3% respectivamente) (Cuadro 1). En Iowa, EUA se ha reportado a la especie *V. albo-atrum* infectando plantas de alfalfa a las que provoca síntomas externos como marchitez de follaje e internos como la coloración del tejido vascular. Entre los sitios de entrada a la planta que utiliza este hongo se encuentran las heridas en los tallos y raíces (Munkvold y Yang, 1996); ambos síntomas, marchitez y la coloración vascular fueron observados en el presente estudio. Una vez que las plantas se infectan con este hongo muestran síntomas progresivamente más severos hasta que mueren; durante el periodo que dura la enfermedad los nuevos brotes que aparecen tienen una apariencia sana pero eventualmente mueren (Christen y Peaden, 1981).

## *Pythium*

El porcentaje de muestras de la corona de alfalfa que resultaron positivas a este oomiceto fue especialmente elevado para las parcelas localizadas en Aguascalientes y Zacatecas, 83.3 y 60% respectivamente (Cuadro 1). En la raíz de plantas adultas se ha registrado la infección por *P. ultimum*, *P. irregulare*, *P. aphanidermatum*, *P. myriotylum* y *P. carolinianum*; la enfermedad es más común en suelos que permanecen con altos niveles de humedad por periodos prolongados (Munkvold y Yang, 1996; Ao *et al.*, 2018).

Este patógeno generalmente destruye las raíces más delgadas sin que se observe un daño severo con excepción de un escaso desarrollo del follaje (Munkvold y Yang, 1996) aunque se reconoce su importancia como patógeno de plántulas de alfalfa (Larkin *et al.*, 1995; Ao *et al.*, 2018).

## *Phytophthora*

Este oomiceto fue el menos frecuentemente detectado (13.3%) en las muestras de corona examinadas;

solamente se detectó en parcelas del estado de Zacatecas (Cuadro 1). Además de causar ahogamiento de plántulas y pudrición de raíces *Phytophthora* provoca una pudrición basal de los brotes y debilita las plantas haciéndolas más susceptibles a la muerte por baja temperatura invernal (Wegulo y Anderson, 2011b).

En Nebraska, EUA se ha identificado a *P. megasperma* f. sp. *medicaginis* como responsable de la pudrición de la raíz de esta leguminosa; sin embargo, también se ha aislado a *P. inundata* de raíces de alfalfa en el sur de California, EUA, aunque fue débilmente patogénica a plántulas de este cultivo (Ho *et al.*, 2006). En México se le ha mencionado en los estados de Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán y Querétaro (Aguirre *et al.*, 1983; Romero-Cova, 1978; Romero-Cova, 1990).

Las plantas de alfalfa infectadas por *Phytophthora* pueden mostrar un enanismo de moderado a severo; sus raíces laterales pueden mostrar necrosis por lo que pueden ser fácilmente extraídas del suelo; las parcelas con poblaciones bajas e irregular desarrollo pueden estar afectadas por este oomiceto. El rebrote de las plantas

enfermas después de los cortes es lento; consecuentemente el rendimiento se puede reducir hasta 75%. Las plantas infectadas son débiles y resultan más susceptibles a la muerte por bajas temperaturas invernales (Gray y Koch, 1996).

## Nematodos

Los nematodos son “gusanos” microscópicos que viven en el suelo; existen diferentes tipos de ellos que son capaces de ocasionar enfermedades en las plantas de alfalfa pero el daño directo que ocasionan al alimentarse abre las puertas de entrada a los patógenos mencionados previamente. En el presente trabajo se identificaron 13 géneros de nematodos en el suelo recolectado alrededor de las plantas de alfalfa con síntomas de pudrición de la corona: *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Criconemoides*, *Ditylenchus*, *Dorylaimus*, *Helicotylenchus*, *Mononchus*, *Pratylenchus*, *Psilenchus*, *Rhabditis*, *Trichodorus*, *Tylenchus* y *Xiphinema* (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Frecuencia de detección de nematodos en la rizosfera de plantas de alfalfa con síntomas de pudrición de la corona en parcelas de Aguascalientes, Durango y Zacatecas, México (Velásquez-Valle *et al.*, 2018).

Género	Frecuencia	Distribución
<i>Aphelenchus</i>	96.7	AGS <sup>1</sup> , DGO <sup>2</sup> ,
<i>Aphelenchoides</i>	13.3	DGO, ZAC <sup>3</sup>
<i>Criconemoides</i>	3.3	ZAC
<i>Ditylenchus</i>	56.7	AGS, DGO, ZAC
<i>Dorylaimus</i>	70.0	AGS, DGO, ZAC
<i>Helicotylenchus</i>	6.6	AGS, DGO
<i>Mononchus</i>	16.7	AGS, DGO, ZAC
<i>Pratylenchus</i>	50.0	AGS, DGO, ZAC
<i>Psilenchus</i>	6.6	AGS, ZAC
<i>Rhabditis</i>	73.3	AGS, DGO, ZAC
<i>Trichodorus</i>	3.3	AGS
<i>Tylenchus</i>	33.3	AGS, DGO, ZAC
<i>Xiphinema</i>	3.3	ZAC

<sup>1</sup> Aguascalientes <sup>2</sup> Durango, y <sup>3</sup> Zacatecas.

Aunque se identificó un número elevado de géneros de nematodos en el suelo de plantas de alfalfa, no todos ellos representan una amenaza para este cultivo, ya que

algunos son depredadores o desintegradores, por lo que en esta publicación solamente se hará hincapié en aquellos géneros que potencialmente representen algún riesgo para el cultivo de esta leguminosa en el norte centro de México.

Es necesario aclarar que aún cuando las raíces recolectadas con cada planta de alfalfa se examinaron cuidadosamente, no se detectó la presencia de agallas causadas por *Meloidogyne* sp.; aunque su presencia infectando raíces de esta forrajera había sido mencionada previamente en Aguascalientes (Velásquez-Valle, 2001).

### **Género *Ditylenchus***

Se debe resaltar que en aproximadamente el 57% de las parcelas visitadas en los tres Estados se encontraron especímenes de *Ditylenchus*; en contraste, no se encontraron especímenes de este género en los muestreos realizados por Chew (2000) en la región lagunera (Coahuila y Durango); pero se ha reportado su identificación molecular en parcelas de alfalfa de Jalisco, cuyas plantas presentaban enanismo, deformación de brotes y decoloración de folíolos (Rosas-Hernández *et al.*, 2017). Su presencia es importante en esta región, ya que

*Ditylenchus* ha sido asociado con la muerte invernal de plantas de alfalfa y con la reducción en el rendimiento de forraje (Boelter *et al.*, 1985).

Aunque este nematodo puede vivir en el suelo, su principal daño es provocado en las yemas de la corona que, al ser infectadas, se hinchan y los tallos no se desarrollan con lo que la planta completa toma una apariencia hinchada y compacta (Munkvold y Yang, 1996). Algunos autores (Williams-Woodward y Gray, 1999; Milano de Tomasel y McIntyre, 2001) han señalado que es frecuente que las infecciones por *D. dipsaci* en plantas de alfalfa ocurran en conjunto con las de *Aphelenchoides ritzemabosi*, tanto en suelo como en el follaje de la planta; en el actual trabajo se detectó la presencia simultánea de *Aphelenchoides* y *Ditylenchus* en las muestras de suelo provenientes de dos parcelas de alfalfa ubicadas en el sureste de Zacatecas; también se encontró a *Aphelenchoides* en dos parcelas de alfalfa localizadas en Durango, pero en ellas no se detectó a *Ditylenchus*.

## Género *Pratylenchus*

Los nematodos de este género se identificaron en el 50% de las muestras obtenidas en los tres Estados incluidos en el trabajo, lo cual concuerda con lo reportado por Mani y Al Hinai (1996) en Jordania donde más del 60% de las muestras de suelo colectado en parcelas de alfalfa contenían especímenes de *P. jordanensis*. Montes-Belmont (2000) menciona la presencia asociada de cuatro especies (*P. pratensis*, *P. scribneri*, *P. thornei* y *P. zaeae*) en el estado de México, mientras que Chew (2000) lo reporta en las parcelas de alfalfa de Coahuila y Durango.

Una característica importante de este género es su carácter migratorio y endoparásito; los síntomas aéreos provocados por éste nematodo no son específicos e incluyen enanismo y deficiencias nutricionales. En Idaho las pérdidas ocasionadas a diferentes variedades de alfalfa por las infestaciones de *Pratylenchus* bajo condiciones de invernadero han sido estimadas entre 15 y 23.1% (Hafez, 1998).

## Recomendaciones para el manejo de patógenos del suelo en el cultivo de alfalfa

- El manejo del cultivo para reducir la severidad de la pudrición de la corona e incrementar la longevidad de las parcelas de alfalfa puede incluir varias de las medidas que se enuncian a continuación: (Gray y Koch, 1996; Vincelli, 2008; Vincelli, 2009; Wegulo y Anderson, 2011a).
- Siempre que sea posible establezca las parcelas de alfalfa en suelos bien nivelados y con buen drenaje; algunos patógenos como *Phytophthora* causan epidemias severas en suelos con exceso de humedad; evite el sobre riego y, si este ocurre, prolongue los periodos entre riegos para permitir la aireación de la parte superior del suelo.
- Permita que el suelo en la parcela de alfalfa adquiera firmeza antes de ingresar cualquier equipo pesado o permitir el pastoreo.
- Evite establecer parcelas de alfalfa en suelos compactados.
- Permita que la alfalfa se desarrolle lo suficiente entre cortes; esperar hasta que aparezcan las

primeras flores, ayudará a la planta a mantener las reservas de carbohidratos necesarias para resistir las infecciones; sin embargo, retardar demasiado el corte después de que aparece la primera flor no ayudará a mejorar el manejo de enfermedades, en cambio, si puede provocar un declinamiento en la calidad del heno.

- Retardar excesivamente los cortes de alfalfa, un ambiente húmedo, donde los hongos como *Rhizoctonia* pueden multiplicarse. Los cortes deben realizarse cuando los cinco a siete centímetros superiores del suelo se encuentran secos.
- Evite el movimiento de maquinaria entre parcelas infestadas y parcelas sanas.
- Una parte importante de los patógenos detectados en este trabajo, poseen un amplio rango de hospederos que hacen la rotación de cultivos poco efectiva, especialmente sí es por menos de cinco años, por lo que la identificación de los nematodos, hongos y oomicetos presentes en una parcela específica es de gran importancia; en parcelas infestadas con *Ditylenchus* se sugiere la rotación

con cultivos como frijol, maíz o cereales de grano pequeño en periodos de dos a cuatro años (Hafez, 1998).

- Dejar las parcelas en descanso puede ayudar a reducir las poblaciones de nematodos como *Pratylenchus*

## Literatura citada

- Aguirre, R. J., Hine, R. B., and Schonhorst, M. H. 1983. Distribution of *Phytophthora* root rot of alfalfa in central Mexico and development of disease resistance in Mexican cultivars of alfalfa. *Plant Disease* 67:91-94.
- Ao, S., Bucciarelli, B., Dornbusch, M. R., Miller, S. S., and Samac, D. A. 2018. First report of alfalfa (*Medicago sativa* L.) seed rot, seedling root rot, and damping-off caused by *Pythium* spp. in Sudanese soil. *Plant Disease* 102:1043.
- Boelter, H. R., Gray, A. F., and Delaney, H. R. 1985. Effect of *Ditylenchus dipsaci* on alfalfa mortality, winterkill, and yield. *Journal of Nematology* 17:140-144.
- Chew, M. I. Y. 2000. Enfermedades de la alfalfa. *In: Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Libro Técnico No. 2. Campo Experimental La Laguna – INIFAP.* 102 p.
- Chew, M. I. Y. y Santamaría, C. J. 2000. Estimación de pérdidas por la pudrición de la corona de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) en la Comarca Lagunera (norte de México). *ITEA* 96V:165-172.
- Couture, L., Dhont, C., Chalifour, C. –P., Drapeau, R., Tremblay, G., Castonguay, Y., Bélanger, and Nadeau, P. 2002. Fusarium root and crown rot in alfalfa subjected to autumn harvests. *Canadian Journal of Plant Sciences* 82:621-624.

- Christen, A. A. and Peaden, R. N. 1981. Verticillium wilt in alfalfa. Plant Disease 65:319-321.
- Esteban-Santiago, J. M., Leyva-Mir, S. G., Royan, I. M., Camacho-Tapia, M. y Tovar-Pedraza, J. M. 2016. Identificación del agente causal de la pudrición de la raíz y hongos asociados a semilla de alfalfa (*Medicago sativa*) en Guanajuato, México. Revista Mexicana de Fitopatología 34 (Suplemento):S59.
- Gray, F. A. and Koch, D. 1996. Biology and management of Phytophthora root rot of alfalfa. University of Wyoming. B-791R. 4 p.
- Hafez, L. S. 1998. Alfalfa nematodes in Idaho. University of Idaho. College of Agriculture. Bul. 806. 12 p.
- Ho, H. H., Hong, C. X., and Erwin, D. C. 2006. *Phytophthora inundata* isolated from diseased alfalfa roots in southern California. Mycotaxon 97:349-358.
- Lara, M. C. R. y Jurado, G. P. 2014. Paquete tecnológico para producir alfalfa en el estado de Chihuahua. Folleto Técnico Núm. 52. Sitio Experimental La Campana – INIFAP. Chihuahua, Chih., México. 53 p.
- Larkin, R. P., English, J. T., and Mihail, J. D. 1995. Effects of infection on root system morphology of alfalfa seedlings. Phytopathology 85:430-435.
- Mani, A., and Al Hinai, M. 1996. Plant-parasitic nematodes associated with alfalfa and fluctuations of *Pratylenchus jordanensis* population in the Sultanate of Oman. Fundamental and Applied Nematology 20:443-447.
- Mauza, B. E. and Webster, J. M. 1982. Suppression of alfalfa growth by concomitant populations of *Pratylenchus penetrans* and two *Fusarium* species. Journal of Nematology 14:364-367.
- McKenzie, J. S. and Davidson, J. G. N. 1975. Prevalence of alfalfa crown and root diseases in the Peace river region of Alberta and British Columbia. Canadian Plant Disease Survey 55:121-125.

- Milano de Tomasel, M. C. and McIntyre, G. A. 2001. Distribution and biology of *Ditylenchus dipsaci* and *Aphelenchoides ritzemabosi* in alfalfa grown in Colorado. *Nematologica* 31:11-16.
- Munkvold, G. P. and Yang, X. B. 1996. Crown and root diseases of alfalfa. Iowa State University. University Extension. Pm-326. 4 p.
- Montes-Belmont, R. 2000. Nematología vegetal en México. Sociedad Mexicana de Fitopatología. México, D. F. 98 p.
- Proserpi, J. M., Jenczewski, E., Muller, M. H., Fournier, S., Sampoux, J. P., and Ronfort, J. 2014. Alfalfa domestication history, genetic diversity and genetic resources. *Legume Perspectives* 4:13-14.
- Romero-Cova, S. 1978. Tres especies de *Phytophthora* de Bary de nuevo registro en México. *Agrociencia* 34:45-55.
- Romero-Cova, S. 1990. Identificación de algunos hongos fitopatógenos nuevos o poco conocidos en México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 8:1-8.
- Rosas-Hernández, L., Ramírez-Suarez, A., Alcasio-Rangel, S., López-Buenfil, J. A. y Medina-Gómez, E. 2017. Detección, identificación e inferencia filogenética del nematodo del tallo *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev (Nematoda: Anguinidae) afectando alfalfa *Medicago sativa* L. en Jalisco, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 35:377-396.
- SIAP. 2018. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://www.gob.mx/siap> (Consulta 22 de Julio de 2018).
- Uddin, W. and Knous, T. R. 1991. *Fusarium* species associated with crown rot of alfalfa in Nevada. *Plant Disease* 75:51-56.
- Vázquez-Vázquez, C., García-Hernández, J. L., Salazar-Sosa, E., Murillo-Amador, B., Orona-Castillo, I., Zuñiga-Tarango, R., Rueda-Puente, E. O. y Preciado-Rangel, P. 2010. Rendimiento y valor nutritivo de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con diferentes dosis de estiércol bovino. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 1:363-372.
- Velásquez-Valle, R. 2001. Geographic and host range of *Meloidogyne* spp. in north central Mexico. *Plant Disease* 85:445.

- Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L. R. y Talavera-Correa, H. 2018. Microorganismos asociados con la pudrición de la corona de alfalfa en el norte centro de México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 36:414-422.
- Vincelli, P. and Herr, L. J. 1992. Two diseases of alfalfa caused by *Rhizoctonia solani* AG-1 and AG-4. *Plant Disease* 76:1283.
- Vincelli, P. 2008. Alfalfa diseases caused by *Rhizoctonia* fungi. University of Kentucky. Cooperative Extension Service. PPF5-AG-F-06. 3 p.
- Vincelli, P. 2009. Crown rots of alfalfa. Plant Pathology Fact Sheet. University of Kentucky. Cooperative Extension Service. PPF5-AG-F-05. 2 p.
- Wegulo, S. N. and Anderson, B. E. 2011a. Alfalfa crown and root rots and stand longevity. University of Nebraska. Institute of Agriculture and Natural Resources. Neb Guide G2080. 3 p.
- Wegulo, S. N. and Anderson, B. E. 2011b. Phytophthora root rot of alfalfa. University of Nebraska. Institute of Agriculture and Natural Resources. Neb Guide G2078 3 p.
- Williams-Woodward, J. L. and Gray, F. A. 1999. Seasonal fluctuations of soil and tissue populations of *Ditylenchus dipsaci* and *Aphelenchoides ritzemabosi* in alfalfa. *Journal of Nematology* 31:27-36.

## **REVISIÓN TÉCNICA**

M.C. Ricardo Sánchez Gutiérrez  
INIFAP Zacatecas

Dr. Ernesto González Gaona  
INIFAP Aguascalientes

## **DISEÑO DE PORTADA**

Dr. Luis Roberto Reveles Torres

## **CÓDIGO INIFAP**

MX-0-241709-44-02-11-09-97

## **COMISIÓN EDITORIAL DEL CEZAC**

Presidente: Dra. Raquel K. Cruz Bravo

Secretario: MC. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez

Vocal: Dr. Luis R. Reveles Torres

Vocal: Dr. Francisco Gpe. Echavarría Cháirez

Vocal: MC. Mayra Denise Herrera

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

Tel. 01 800 088 2222 ext 82328

[www.zacatecas.inifap.gob.mx](http://www.zacatecas.inifap.gob.mx)

Formato digital, mediante página internet en descargas ilimitadas

# CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

## DIRECTORIO

**MC. Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez**  
**Director de Coordinación y Vinculación**

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
MC.	Nadiezhdá Y. Ramírez Cabral	Agrometeorología y Modelaje
Ing.	José Israel Casas Flores	Agrometeorología y Modelaje
Dr.	Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ing.	José Ángel Cid Ríos	Frijol y Garbanzo
MC.	Juan José Figueroa González*	Frijol y Garbanzo
MC.	Mayra Denise Herrera	Frijol y Garbanzo
Dr.	Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
MC	Valentín 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](http://WWW.INIFAP.GOB.MX)

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



**inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias