

# MANEJO DE LA PUDRICIÓN DE LA RAÍZ DEL FRIJOL EN ZACATECAS

MC. José Ángel Cid-Ríos  
Dr. Rodolfo Velásquez-Valle  
Ing. Manuel Reveles-Hernández  
Dr. Luis Roberto Reveles-Torres



Centro de Investigación Regional Norte Centro  
Campo Experimental Zacatecas  
Calera de Víctor Rosales, Zac.

Folleto para productores Núm. 39  
Diciembre 2021

ISBN: 978-607-37-1346-7

Número de derechos de autor: 03-2021-120713240300-01



**AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

**inifap**  
Instituto Nacional de Investigación y Fomento Agrario

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL  
DR. VÍCTOR MANUEL VILLALOBOS ARÁMBULA  
Secretario

ING. VÍCTOR SUÁREZ CARRERA  
Subsecretario de Autosuficiencia Alimentaria

M.V.Z. ARTURO MACOSAY CÓRDOVA  
Coordinador General de Ganadería

DR. SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA  
Coordinador General de Desarrollo Rural

ING. SANTIAGO JOSÉ ARGUELLO CAMPOS  
Encargado del Despacho de la Coordinación de  
Agricultura

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS  
DR. LUIS ÁNGEL RODRÍGUEZ DEL BOSQUE  
Encargado del Despacho de los Asuntos  
Correspondientes a la Dirección General del  
INIFAP

DR. ALFREDO ZAMARRIPA COLMENERO  
Coordinador de Investigación, Innovación y  
Vinculación

DR. LUIS ORTEGA REYES  
Coordinador de Planeación y Desarrollo

LIC. JOSÉ HUMBERTO CORONA MERCADO  
Coordinador de Administración y Sistemas  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE-CENTRO  
DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG  
Director Regional

DR. FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ  
Director de Investigación

ING. RICARDO CARRILLO MONSIVÁIS  
Director de Administración

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS  
DR. LUIS ROBERTO REVELES TORRES  
Director de Coordinación y Vinculación

MANEJO DE LA PUDRICIÓN DE LA RAÍZ DEL FRIJOL  
EN ZACATECAS

MC. José Ángel Cid Ríos  
Investigador del Programa de Frijol y  
Garbanzo  
Campo Experimental Zacatecas

Dr. Rodolfo Velásquez Valle  
Investigador del Programa de Sanidad Forestal  
y Agrícola  
Campo Experimental Pabellón

Ing. Manuel Reveles Hernández  
Investigador del Programa de Hortalizas  
Campo Experimental Zacatecas

Dr. Luis Roberto Reveles Torres  
Investigador del Programa de Biología  
Molecular  
Campo Experimental Zacatecas

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Centro de Investigación Regional Norte Centro  
Campo Experimental Zacatecas  
Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México  
Diciembre del 2021

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

Folleto para Productores Núm. 39

Manejo de la pudrición de la raíz del frijol  
en Zacatecas

ISBN: 978-607-37-1346-7

Primera Edición 2021

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, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la institución.

Hecho en México

## Contenido

1.Introducción .....	1
2.Antecedentes .....	2
2.1 Quién causa la pudrición de la raíz del frijol? .....	2
2.2 ¿Cuáles son los síntomas de la enfermedad? .....	3
2.3 ¿Bajo cuáles condiciones aparecen estas enfermedades? .....	13
2.4 ¿Cómo se disemina y sobrevive la enfermedad? .....	15
3.Manejo integrado de la enfermedad.....	17

## 1. Introducción

La producción de frijol en Zacatecas es una actividad que representa fuentes de trabajo para 660,566 mil familias en el medio rural y contribuye con el 36.14 % del abasto nacional de esta leguminosa.

La mayor parte de la superficie dedicada a éste cultivo es bajo condiciones de temporal en el norte del estado; solo una porción menor se cultiva bajo condiciones de riego en el centro y sur de Zacatecas.

Un amplio número de enfermedades reducen la productividad del frijol; entre ellas destacan la antracnosis, la roya, el tizón común, el tizón de halo y las pudriciones de la raíz: Algunas de ellas se presentan con condiciones de exceso de lluvia y alta temperatura; otras, por el contrario, prefieren condiciones carentes de humedad y prosperan con temperaturas relativamente bajas, sin embargo, los agentes causantes de la pudrición de la raíz se desarrollan en condiciones que son favorables al cultivo aunque su severidad puede incrementarse bajo condiciones específicas.

La pudrición de la raíz del frijol se encuentra prácticamente en cualquier parcela de frijol; su severidad, es variable de una parcela a otra y de un ciclo de cultivo a otro. Esta variación en la severidad de la enfermedad puede tener diferentes causas como la rotación de cultivos, cambios en la presencia de los agentes causales, uso de nuevas variedades, condiciones ambientales, entre otras.

La pudrición de la raíz causa pérdidas que van desde la muerte de plántulas, hasta la reducción del rendimiento en plantas adultas, por, lo tanto su manejo puede realizarse combinando una serie de medidas, para evitar pérdidas por la enfermedad.

## 2. Antecedentes

### 2.1 Quién causa la pudrición de la raíz del frijol?

En general, la enfermedad es provocada por dos o más organismos entre los que se encuentran hongos (*Fusarium* spp, *Rhizoctonia* sp), oomicetos (*Pythium* spp) y nematodos (*Meloidogyne* spp y *Nacobbus* spp). Es frecuente que todos se encuentren en una parcela, aunque

la mayoría de las plantas pueden estar infectadas por dos o más de estos organismos, por lo que es difícil señalar a uno de ellos como el responsable de todos los síntomas en una planta.

## **2.2 ¿Cuáles son los síntomas de la enfermedad?**

La pudrición de la raíz se observa a lo largo del ciclo de cultivo. Cada uno de los organismos mencionados anteriormente puede causar síntomas propios, pero como ya se mencionó, frecuentemente se mezclan en una sola planta los síntomas provocados por dos o más patógenos.

### **Pudrición por *Fusarium***

Las plantas de frijol atacadas por *Fusarium* spp tienen una apariencia amarillenta y achaparrada y pueden dejar caer las hojas prematuramente. Algunas plántulas pueden morir en menos de una semana después de la emergencia. En las raíces de plantas más viejas se desarrollan lesiones de color rojo que luego se unen; algunas veces se forman grietas a lo



largo de las lesiones (Figura 1). Las raíces atacadas permanecen firmes y secas, no presentan una consistencia "aguanosa" (Figura 2). La punta de la raíz principal y las raíces laterales se colapsan y mueren. Cuando la planta no muere inmediatamente, se desarrollan raicillas en la zona con las lesiones, esto permite a la planta sobrevivir si hay suficiente humedad en el suelo.



**Figura 1.** Lesiones rojizas en la raíz principal de una planta de frijol.



**Figura 2.** Raíces de plantas de frijol severamente dañadas por *Fusarium* spp; note la ausencia de raíces secundarias.

En la parte aérea los síntomas de la enfermedad incluyen achaparramiento, amarillamiento y marchitez, estos últimos se empiezan a mostrar en la parte más vieja de la planta, pero con el tiempo avanza hacia las partes más jóvenes de la planta (Figuras 3 y 4).



**Figura 3.** Plántula de frijol con síntomas severos de marchitez.



**Figura 4.** Plantas de frijol mostrando clorosis inicial asociada con pudrición de la raíz por *Fusarium*.

Al final del ciclo de cultivo cuando la temperatura se incrementa, se puede observar en la parte interna de la raíz una coloración café - rojiza, especialmente abajo del primer nudo (Figura 5).



**Figura 5.** Coloración rojiza en la parte interna de la raíz de una planta de frijol.

### **Pudrición por Rhizoctonia**

Este hongo puede dañar las plantas de frijol en cualquier etapa de desarrollo; causa pudrición de la semilla, achaparramiento de plántulas y, amarillamiento y la muerte de plantas adultas.

En la raíz y en la parte del tallo que queda bajo la línea del suelo se desarrollan lesiones alargadas de color café y aspecto hundido

(Figura 6) rodeadas por una franja de color café rojizo; con la edad toman un color más oscuro y un aspecto áspero y que al unirse pueden estrangular el tallo y matar a la planta. En algunas plántulas enfermas el hongo puede crecer por dentro del tallo que toma una coloración rojiza.

El hongo puede matar las plántulas severamente afectadas o plantas jóvenes al romper el tallo en los puntos donde inicia la enfermedad.



**Figura 6.** Raíz de una planta de frijol con lesiones rojizas posiblemente causadas por el hongo *Rhizoctonia* spp.

Las plantas después de un mes de la siembra pueden mostrar poco daño, aunque se presenta

una reducción variable en el rendimiento. Las vainas que entran en contacto con el suelo húmedo pueden desarrollar lesiones que alcanzan y decoloran y contaminan la semilla (Figura 7 y 8). Las vainas infectadas tienen pocas vainas con pocos granos.



**Figura 7.** Vainas de una planta de frijol en contacto con el suelo.



**Figura 8.** Semilla de frijol con daño ocasionado por la infección por *Rhizoctonia* spp.

### **Pudrición por *Pythium***

Este patógeno puede dañar la semilla, plántulas, plantas jóvenes y adultas y las vainas. En la raíz los síntomas iniciales aparecen en las primeras tres semanas después de la siembra como áreas alargadas de aspecto acuoso. La parte exterior de la raíz se despega fácilmente, pero con el tiempo se seca, toma un aspecto hundido y una coloración parda a café.

La baja germinación, puede ser causada por el ataque de este patógeno a la semilla y plántulas antes de emerger. El patógeno daña

extensivamente las raíces, ataca el tallo y reduce el desarrollo de la planta. Las plantas jóvenes que no mueren al ataque antes de emerger muestran marcado achaparramiento, clorosis y marchitez. Las plantas severamente infectadas se marchitan y mueren; durante periodos prolongados de humedad el patógeno puede atacar el tallo, ramas y hojas y finalmente causar la muerte de la planta; las vainas en contacto con el suelo húmedo pueden desarrollar una pudrición acuosa y un algodoncillo blanco.

**Pudrición por *Meloidogyne* spp. y *Nacobbus* spp.**

*Meloidogyne* spp y *Nacobbus* spp son una especie de gusano microscópico que vive en el suelo pero que es capaz de entrar y dañar la raíz de las plantas. En el follaje de las plantas severamente dañadas los síntomas del ataque del nematodo son achaparramiento, amarillamiento y marchitez que son síntomas comunes a otras enfermedades de la raíz por lo que es necesario revisar la raíz de este tipo de plantas. Las raíces de las plantas afectadas por *Meloidogyne* son cortas y gruesas pero el síntoma de



diagnóstico de este nematodo son las agallas, bolas o nudos son de forma y tamaño irregular. Estas agallas impiden el paso de agua y nutrientes que hace que la planta se marchite, pierda sus hojas y muera después de un tiempo. Es importante aclarar que estas agallas no deben confundirse con las que forman las bacterias fijadoras de nitrógeno y que son benéficas para las plantas: las agallas formadas por nematodos no se despegan de la raíz mientras que las formadas por bacterias si se desprenden de la raíz (Figuras 9 y 10).



**Figura 9.** raíz de frijol con agallas causadas por el nematodo *Meloidogyne* spp.



**Figura 10.** Agallas en forma de cuentas de rosario del nematodo *Nacobbus* spp.

### **2.3 ¿Bajo cuáles condiciones aparecen estas enfermedades?**

#### **Pudrición por *Fusarium***

La enfermedad es más común en suelos cálidos por lo que podría ser más frecuente al final del ciclo de cultivo cuando también la temperatura es alta y se combina con periodos de sequía; los suelos escasamente fertilizados, que se encharcan o con compactación favorecen la enfermedad (Figura 11). La pudrición de la raíz por *Fusarium* aparece como manchones circulares o de forma irregular en las parcelas; el hongo

generalmente penetra a la planta por medio de heridas en las raíces y tallos.



**Figura 11.** Suelo compactado que favorece la infección de la raíz por *Fusarium*.

### **Pudrición por *Rhizoctonia***

Suelos excesivamente compactos con humedad moderada a alta y drenaje deficiente son favorables para la enfermedad. Las labores de cultivo que provocan heridas en el tallo y raíz también promueven la infección de las plantas.

### **Pudrición por *Pythium***

La actividad de este organismo y su daño son favorecidos por la alta humedad del suelo, generalmente las plantas adultas no son

afectadas por esta enfermedad a menos que la humedad en el suelo sea excesiva; la temperatura óptima varía entre 16 y 28 °C. Altas densidades de siembra también ayudan al desarrollo de la enfermedad.

### **Pudrición por *Meloidogyne***

Los extremos de humedad (suelos muy secos o muy húmedos) no son favorables para el nematodo. La severidad del ataque de *Meloidogyne* es mayor en suelos arenosos con buen drenaje y cuando las plantas se encuentran afectadas por otras enfermedades.

## **2.4 ¿Cómo se disemina y sobrevive la enfermedad?**

### **Pudrición por *Fusarium***

Este hongo sobrevive en el suelo por largos periodos por medio de estructuras de resistencia llamadas clamidosporas. La diseminación del hongo ocurre por medio de semilla, restos infectados y suelo contaminado que mueve el agua de riego o el viento.

### **Pudrición por *Rhizoctonia***

El patógeno se puede diseminar a nuevas áreas por medio de la semilla contaminada y dentro de una parcela o entre parcelas por el exceso de agua de riego y el viento que pueden arrastrar restos de tejido infectado y partículas de suelo contaminado. Este hongo puede sobrevivir en el suelo o sobre restos vegetales en forma de unas estructuras endurecidas de color oscuro llamadas esclerocios.

### **Pudrición por *Pythium***

El movimiento de este organismo ocurre mediante suelo infestado o restos vegetales infectados que son transportados por agua de riego, viento o equipo de labranza (Figura 12). Para sobrevivir por periodos largos de tiempo en el suelo este organismo forma unas estructuras de resistencia llamadas oosporas que germinarán cuando exista la presencia de raíces de plantas de frijol.



**Figura 12.** Cultivadora con suelo adherido que puede llevar patógenos como *Pythium*.

### **Pudrición por Meloidogyne**

Los nematodos pueden ser diseminados en el agua de riego, restos vegetales infectados o en el suelo adherido a los implementos agrícolas; no se transmite por medio de la semilla.

### **3. Manejo integrado de la enfermedad**

Los agentes causales de la pudrición de la raíz no ocurren en forma aislada, sino que se presentan dos o más de ellos dentro de una parcela. Las medidas de control deben aplicarse

durante varios ciclos de cultivo para obtener buenos resultados, pero es necesario aclarar que la enfermedad no será eliminada de una parcela, pero sus daños si pueden ser drásticamente reducidos.

### **Empleo de semilla certificada y tratada**

La semilla de alta calidad garantiza el máximo establecimiento de plantas con mayor vigor. Diversos tratamientos para la semilla de frijol se encuentran disponibles; A) Cruisermaxx, ingrediente activo: Fludioxonil + Metalaxil M + Thiametoxan, dosis: de 200 a 250 mil por 100 kg de semilla. B) Nombre comercial Vitavax, ingrediente activo: Carboxin + Captan, dosis: de 100 a 150 gramos por 100 kg de semilla. C) Interthiram 480, ingrediente activo Thiram, dosis: 165 cc para 100 kg de semilla.

Por otro lado, el frijol debe ser sembrado en suelo cálido y húmedo que promueve su rápida germinación y a no más de seis centímetros de profundidad. Cuando la semilla es depositada más profundamente requiere más tiempo para emerger y por lo tanto las enfermedades disponen de más tiempo para atacar a las plántulas.

Evite utilizar mayor cantidad de semilla que la recomendada; altas densidades de siembra promueven el estrés de las plantas y favorecen la infección por estas enfermedades.

### **Rotación de cultivos**

El cambio en el patrón de cultivos es una medida que afecta negativamente a los agentes causales mencionados; el cultivo de cereales, como maíz, avena, cebada o trigo por cuatro años puede reducir considerablemente los daños de esta enfermedad; el frijol puede volver a ser incluido en el quinto año de la rotación. Es importante recordar que la paja del cultivo anterior debe ser incorporada y descompuesta antes de sembrar frijol nuevamente. Otras plantas como la papa no deben considerarse en la rotación de cultivos.

### **Fertilización adecuada**

En Zacatecas la fórmula de fertilización recomendada es de 50-60-30 para condiciones de riego y 30-50-00 para condiciones de temporal, sin embargo, es recomendable realizar un análisis de fertilidad de suelos antes de aplicar la fertilización para corregir



cualquier deficiencia o prevenir algún exceso que favorezca a la enfermedad o sea dañino para el cultivo.

### **Preparación y manejo del suelo**

Se debe evitar la siembra en parcelas que tengan problemas de compactación de suelo causado por el paso de maquinaria y el agua de riego; usualmente un paso de subsuelo es suficiente para destruir las capas compactadas. Se recomienda realizar cuidadosamente las labores de cultivo para evitar heridas en la raíz y tallo de las plantas que servirán como puertas de entrada de las enfermedades. Al incorporar suelo alrededor del tallo antes de floración se promueve la formación de raicillas que compensan el posible daño en la raíz principal y secundarias.

Al terminar el ciclo de cultivo es recomendable rastrear la parcela ya que algunas enfermedades pueden ser mejor controladas en ésta época.

### **Manejo del agua de riego**

Debe evitarse el exceso de agua tanto si se utiliza riego por gravedad como si se emplea riego por cintilla; en etapa de formación de vainas y hasta cosecha se sugiere que el suelo bajo el follaje de la planta se mantenga lo más seco posible para evitar la infección de la punta de las vainas.

### **Control de malas hierbas**

La maleza sirve como refugio de plagas, además, los agentes causales de la pudrición de la raíz pueden infectarlas y aumentar su población que dañaría a las plantas de frijol. Una alta población de malas hierbas retiene la humedad dentro del follaje de las plantas de frijol, lo que favorece la presencia de enfermedades. Por lo que es recomendable mantener el cultivo libre de malezas en las primeras etapas de desarrollo, por lo que es recomendable realizar dos escardas, la primera se debe aplicar en los primeros quince días después de la siembra, y la segunda a los 25 días después de la primera. Es recomendable un paso de gente para mantener libre el cultivo de maleza.

La cita correcta de este folleto es:

Cid-Ríos J. A., Velásquez-Valle R., Reveles-Hernández M. y Reveles-Torres L. R. 2021. Manejo de la pudrición de la raíz del frijol en Zacatecas. Folleto para Productores Núm. 39. INIFAP-CIRNOC. Campo Experimental Zacatecas. 21 p.

Comité Editorial del CIRNOC

M.C. Yasmin Ileana Chew Madinaveitia

Dr. Esteban Salvador Osuna Ceja

Dr. Julio César Ríos Saucedo

Dr. Pedro Jurado Guerra

Dra. Blanca I. Sánchez Toledano

Dr. Luis Antonio Díaz García

M.C. María Gabriela Ramírez Valadez

Comité Editorial del CE ZACATECAS

Presidenta: Dra. Blanca I. Sánchez Toledano

Secretario: Dr. Luis R. Reveles Torres

Vocal: MC. Mayra Denise Herrera

Vocal: Dr. Francisco Gpe. Echavarría Cháirez

Vocal: MC. Ricardo Sánchez Gutiérrez

**Edición**

Rodolfo Velásquez Valle

Luis Roberto Reveles Torres

**Diseño y fotografía**

Luis Roberto Reveles Torres

Rodolfo Velásquez Valle

Código INIFAP

MX-0-241709-15-02-11-10-39

El proceso editorial de esta publicación y el formato electrónico se terminó en diciembre de 2021 en el Campo Experimental Zacatecas, Km 24.5 Carretera Zacatecas-

Fresnillo. CP. 98500,

Calera de V. R., Zacatecas, México.

Tel. 55-38-71-87-00 ext 82328

Publicación Electrónica disponible en la biblioteca digital del INIFAP: [https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/\\_Content/www.gob.mx/inifap](https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/_Content/www.gob.mx/inifap)



Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria,  
Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



## DIRECTORIO DEL CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

**Dr. Luis Roberto Reveles Torres**  
**Director de Coordinación y Vinculación**

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
Dra.	Nadiezhdá Y. Ramírez Cabral	Agrometeorología y Modelaje
Ing.	José Israel Casas Flores*	Agrometeorología y Modelaje
Dr.	Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición
MC.	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
MC.	Ricardo A. Sánchez Gutiérrez	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Luis Roberto Reveles Torres	Biología Molecular
Dr.	Jaime Mena Covarrubias	Sanidad Forestal y Agrícola
Dr.	Francisco Gpe. Echavarría Cháirez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Dra.	Blanca I. Sánchez Toledano	Socioeconomía

\* Becarios



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

La pudrición de la raíz en frijol causa pérdidas que van desde la muerte de plántulas hasta la reducción del rendimiento en plantas adultas. Los agentes causantes se desarrollan bajo condiciones que son favorables al cultivo, pero su severidad se incrementa bajo condiciones específicas. Su severidad y el grado de daño, es variable de una parcela a otra y de un ciclo de cultivo a otro. Esta variación puede tener diferentes causas como la rotación de cultivos, cambios en la presencia de los agentes causales, uso de nuevas variedades, entre otros. El manejo integrado de la enfermedad, es la estrategia principal y efectiva para evitarla.

