

PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE FRIJOL

José Ángel Cid Ríos
Manuel Reveles Hernández
Rodolfo Velásquez Valle
Jaime Mena Covarrubias



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

LIC. ENRIQUE MARTÍNEZ Y MARTÍNEZ
Secretario

LIC. JESÚS AGUILAR PADILLA
Subsecretario de Agricultura

LIC. JUAN MANUEL VERDUGO ROSAS
Subsecretario de Desarrollo Rural

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

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

DR. LUIS FERNANDO FLORES LIU
Director General

DR. MANUEL RAFAEL VILLA ISSA
Coordinación 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. HOMERO SALINAS GONZÁLEZ
Director Regional

DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES
Director de Investigación

DR. HÉCTOR MARIO QUIROGA GARZA
Director de Planeación y Desarrollo

ING. HÉCTOR MANUEL LOPEZ PONCE
Director de Administración

DR. FRANCISCO ECHAVARRÍA CHÁIREZ
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE FRIJOL

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: 978-607-37-0344-4

Primera Edición: Diciembre 2014

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:

Cid R, J. A.; Reveles H, M.; Velázquez V, R. y Mena C, J. 2014. Producción de semilla de frijol. Folleto Técnico No. 63. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas, México, 69 p.

Contenido

Introducción.....	1
Uso de semilla certificada.....	2
Características de semilla de frijol de calidad.....	3
Categoría de la semilla.....	5
Registro ante el SNICS.....	6
Proceso de producción de semilla.....	6
Inspección de campo por parte del personal del SNICS.....	11
Enfermedades del frijol.....	14
Plagas del frijol.....	37
Coseche y beneficie la semilla.....	54
Desgrane o trilla.....	55
Beneficio de la semilla.....	56
Almacenamiento de la semilla.....	57
Obtención de etiquetas del SNICS.....	57
Literatura citada.....	57

PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE FRIJOL

José Ángel Cid Ríos
Manuel Reveles Hernández
Rodolfo Velásquez Valle
Jaime Mena Covarrubias

INTRODUCCIÓN

En el altiplano semiárido de México, dos de los principales factores que reducen el rendimiento y limitan la producción de frijol, son la escasa precipitación y el escaso uso de semillas mejoradas. En la actualidad, la mayoría de los productores de frijol bajo condiciones de riego y temporal está utilizando materiales criollos que tienen bajo potencial productivo y que son susceptibles a plagas y enfermedades. Uno de los elementos esenciales para mejorar la competitividad de la cadena productiva de frijol, es el uso de semilla mejorada.

Las variedades de frijol mejoradas del INIFAP han sido desarrolladas bajo condiciones de riego y temporal; reúnen las características de calidad comercial que demandan los industriales y los consumidores. Además estas variedades poseen tolerancia a algunas de las enfermedades más comunes que se presentan en los estados Guanajuato, San Luis Potosí, Aguascalientes, Durango y Zacatecas. En la actualidad, es urgente manejar variedades mejoradas para condiciones de riego y temporal, ya que no se están utilizando

los materiales mejorados genéticamente generados por el INIFAP para los distintos Estados productores de frijol.

La región productora de frijol del estado de Zacatecas, se enfrenta a la necesidad de nuevas alternativas para continuar con la producción de frijol, principalmente de variedades con valor comercial y con capacidad de desarrollo en condiciones de escasa humedad, con tolerancia a las enfermedades que comúnmente se presentan en el Estado; también requiere de variedades que permitan hacer un uso más eficiente del recurso suelo y agua.

En las áreas de riego y temporal el uso de semilla certificada de variedades mejoradas es reducido, las nuevas variedades de frijol generadas por el INIFAP, son de ciclo más corto a intermedio, las cuales reúnen las características de calidad comercial que demanda el mercado nacional; poseen tolerancia a algunas de las enfermedades más importantes en el Estado, tales como tizón común, tizón de halo roya.

Uso de semilla certificada

Aun cuando los programas de mejoramiento genético han liberado una cantidad considerable de variedades de frijol con características relevantes de productividad y aceptación por el consumidor, el uso de semilla certificada en el centro norte de México es muy escasa, ya que cerca del 78% de los

productores usan el grano de cosechas anteriores o conseguido con otros productores (Ávila-Marioni *et al.*, 2012).

La semilla está considerada como uno de los medios tecnológicos más económicos y eficientes para incrementar la producción; sin embargo, el uso de semilla certificada de frijol es muy reducido, para el año 2009 el SNICS reportó una superficie de 1,788 ha destinadas a la producción de semilla de frijol en el país, con una producción de 3,446 ton (Financiera Rural, 2011).

Características de semilla de frijol de calidad.

La calidad de semilla la determina un conjunto de características que se conforman en el establecimiento y desarrollo de las plantas en campo donde la calidad genética, física, sanitaria y fisiológica juega un papel importante. La calidad física se refiere a pureza analítica; esta se refiere al grado de contaminación con semillas extrañas y material inerte. El tamaño y el peso son indicadores de la excelencia de la semilla, el color y el peso son características propias de cada genotipo.

La calidad de la semilla es un factor de suma importancia para la obtención de altos rendimientos. Se dice que un lote de semilla posee buena calidad genética cuando conserva su pureza genética. La calidad de semilla de frijol se puede

resumir en tres componentes: el componente genético que define las características de la planta en cuanto a adaptación, resistencia y susceptibilidad al ataque de agentes patógenos y el tipo de grano (color, tamaño, forma); el componente sanitario se refiere a la presencia o ausencia de patógenos que pueden transmitirse de un cultivo a otro y finalmente, el componente fisiológico que está relacionado con el tamaño y la calidad, y la calidad de nutrientes que posee en su interior para nutrir a la planta y darle madurez y viabilidad y vigora (Arias *et al.*, 2007).

La calidad de la semilla no está determinada por el aspecto físico de la semilla tamaño, uniformidad y color, estas tres características no garantizan ni pureza, ni porcentaje de germinación y vigor. La calidad de la semilla depende del manejo agronómico que reciban las plantas en el campo y del proceso de beneficio. (Acosta *et al.*, 2011; Jasso y Martínez 2012; Araya y Hernández 2007).

La semilla de calidad tiene un porcentaje de germinación alto, debe estar bien seca, pura, todas las semillas deben ser de la misma variedad y tener un tamaño homogéneo, debe estar libre de materiales extraños, basura o semillas de otras especies o malezas, no debe tener daños, rota, arrugada o con moho, sin decoloraciones ni manchas, o daños de insectos, sin podredumbres (David, 1998).

Categorías de la semilla

De acuerdo a la ley de producción, certificación y comercialización de semillas en México, (SAGARPA-SNICS 2012), se reconocen las siguientes categorías:

Original

Esta semilla constituye la fuente inicial para la producción de las categorías Básica, Registrada y Certificada, esta proviene del resultado del mejoramiento. Esta se realiza en centros de investigación.

Básica

Esta semilla conserva muy alto grado de identidad genética y pureza varietal; proviene de la multiplicación de la semilla original. Se puede reproducir siguiendo la regla que marca la ley.

Registrada

La semilla registrada conserva un alto de identidad genética y pureza varietal; proviene de la semilla original, básica o registrada, es producida o multiplicada de acuerdo las reglas que marca la ley, esta semilla puede producirse en terrenos de productores especializados en producción de semilla.

Certificada

La semilla certificada conserva un grado adecuado y satisfactorio de identidad genética y pureza varietal, desciende de la semilla registrada o certificada, que se pueden producir para la distribución de acuerdo a las normas y procedimientos del SNICS (Jasso y Martínez 2012; Rosales *et al.*, 2012).

Registro ante SNICS

Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que se dedique a la producción de semillas certificada deberá inscribirse en el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), detallando en la solicitud de inscripción la información siguiente: a) Nombre y/o razón social. b) Cultivo a establecer. c) Cultivar o variedad, categoría. d) Nombre del campo, área y ubicación. e) Cultivo anterior y fecha de siembra. f) Cubrir el pago establecido, de acuerdo a la superficie a sembrar (Jasso *et al.*, 2012).

Proceso de producción de semilla

En el proceso de producción de semilla se sugiere seguir las etapas que se enumeran y describen enseguida (David, 1998).

1. Seleccionar las variedades a incrementar

La selección de la variedad a sembrar estará en función de la oferta de variedades mejoradas existentes en el mercado y del tipo de producto demandado por el consumidor (Danilo, 2011). Además, se debe establecer la variedad o variedades con adaptación a las condiciones climáticas de la región, con potencial de rendimiento en la zona y que de preferencia tenga resistencia comprobada a las principales enfermedades del cultivo que limitan su producción en la zona. Otros aspectos importantes al momento de seleccionar la variedad a establecer es el hábito de crecimiento y el ciclo (Godfrey *et al.*, 2010).

2. Seleccionar la semilla a sembrar

La semilla es el inicio del ciclo de cultivo y sobre ella recae la importancia de un buen inicio hacia el éxito o fracaso del proceso de producción, por lo que se recomienda establecer lotes de producción de semilla buscando que el material a reproducir cumpla con los estándares de calidad mencionados anteriormente. La semilla de calidad debe de contener por lo menos 85% de viabilidad, es decir que de cada 100 semillas que se siembren 85 germinen y emerjan (Rosales *et al.*, 2012).

3. Seleccionar el terreno en el que se producirá la semilla

Para la producción de semilla de frijol se requiere de un mayor cuidado que para la producción de grano comercial, el lote del terreno donde se producirá semilla debe de cumplir con ciertas exigencias; utilizar un terreno que no se haya establecido frijol por lo menos dos años anteriores en el mismo lote, esto con el fin de interrumpir el ciclo de vida de los patógenos, igualmente para evitar la mezcla o contaminación de la semilla por residuos de las cosechas anteriores (Arias *et al.*, 2001).

El aspecto fundamental para la producción de semilla de frijol, es la conservación de la pureza genética de las semillas. Para mantener la pureza es necesario que los lotes de producción de semilla estén aislados, y en condiciones adecuadas de campo, por lo que se recomienda utilizar barreras naturales y siembras de plantas de mayor altura, como maíz alrededor del lote de producción.

4. Preparar el terreno

La mejor época para la preparación del terreno es en los meses de noviembre a febrero ya que se puede aprovechar la humedad residual del terreno. La preparación del suelo es fundamental en el proceso productivo de los cultivos. Se recomienda tener el terreno anivelado y con el drenaje adecuado, la finalidad es crear característica óptimas para el

establecimiento y crecimiento de las planta para que la semilla y las plántulas se desarrollen en un medio donde las raíces obtengan los nutrientes y el agua necesarios para su crecimiento y desarrollo.

Es conveniente realizar de uno a dos pasos de rastra de siembra dependiendo de la estructural del suelo y de la humedad, esto para formar una cama mullida de suelo de por lo menos diez cm, para asegurar una siembra uniforme y buena emergencia. Con esta actividad se elimina la primera generación de maleza.

5. Establecer el cultivo y manejarlo adecuadamente

Densidad de siembra

Cuando la densidad de siembra en frijol es tan baja que no se logra la cobertura total del suelo por el cultivo se considera un desperdicio de energía solar e de agua por evaporación de la misma del suelo desnudo (Osuna-Ceja *et al.*, 2013).

Densidad

Es necesario utilizar una sembradora de precisión para establecer una densidad de plantas adecuada de 130 a 150 mil plantas por hectárea, según la variedad que se está utilizando, se recomienda utilizar una distancia entre plantas de 10 a 12

centímetros entre plantas y una profundidad de cinco a seis cm (Jasso y Martínez, 2012). Para la producción de semilla de cualquier categoría se recomienda utilizar surcos a 0.76 m, colocando una cintilla a cada hilo de siembra.

Fecha de siembra

La definición de la fecha de siembra para cada variedad es importante ya que se maximiza el rendimiento del cultivo y se puede ayudar a realizar un uso más eficiente del agua de riego (Padilla-Ramírez *et al.*, 2008).

Época de siembra

La época de siembra es un factor importante, se recomienda tener cuidado seleccionar el material que se quiera utilizar y determinar la época adecuada para la variedad, ya que algunas son sensibles al “fotoperiodo”, fenómeno causado por la cantidad de horas luz. Este se manifiesta con los cambios que sufren las plantas y que pueden modificar su desarrollo, el crecimiento de la parte aérea, tarda en amarrar los botones florales, y en ocasiones puede producir poca vaina y por lo tanto el rendimiento se ve afectado.

Otro aspecto que se tiene que considerar es la presencia de heladas, ya que históricamente en el Estado se presentan las últimas heladas en la primera semana del mes de abril, por lo

que se recomienda establecer la siembra de riego a partir del 25 de marzo al 25 de abril en fechas tempranas, y en primavera - verano bajo condiciones de riego, se recomienda en junio. En temporal se recomienda sembrar a partir de junio y julio cuando se establezcan las precipitaciones de temporal, no se deben establecer siembras después del 25 de julio ya que los materiales se podrían ver afectados las primeras heladas de consideración que se presentan en el mes de noviembre. Se debe establecer la siembra tanto en fechas tempranas y en primavera-verano buscando que la cosecha coincidan con la época de secas, para evitar la que el grano se manche o se tengan problemas para la cosecha.

Inspecciones de campo por parte del personal del SNICS

Se realizan inspecciones de campo, por parte del personal certificado del SNICS, donde el inspector establece el protocolo de la parcela desde el establecimiento del cultivo, así mismo corroborará la autenticidad de las etiquetas y su categoría.

En cada visita se entrega una copia de las inspección de campo que haya realizado durante el desarrollo de la planta. Con ello se verificará la sanidad del cultivo.

En dichas inspecciones de campo se entregarán a la empresa o al productor de semilla las especificaciones necesarias sobre

el manejo del cultivo, si no se atienden las recomendaciones la parcela puede ser dada de baja.

Fertilización

Se han encontrado respuesta a la aplicación de biofertilizantes en el cultivo de frijol en condiciones de riego, por lo que el uso de esta tecnología representa una alternativa para la producción sustentable de la leguminosa en condiciones de riego en el estado de Zacatecas, dado que se ahorra el 50% del fertilizante químico, además de incorporar micorrizas al suelo (Reveles *et al.*, 2013a y Reveles *et al.*, 2013b). Estas evidencias permiten recomendar el uso de la fórmula de fertilización 50-60-50 (Kilogramos de nitrógeno, fosforo y potasio por hectárea respectivamente) cuando no se usan micorrizas, sin embargo se puede aplicar solo la mitad de la formula (15-30-25) si se combina con la aplicación de micorrizas.

6. Elimine malezas y plantas fuera de tipo en el campo

Debe tenerse como rutina la eliminación de plantas fuera de tipo o plantas de otra variedad, esta labor se tiene que comenzar después de la emergencia de las plantas, desde este momento se pueden eliminar plantas con hipocotíleo

diferente a la variedad que se va a producir, también se pueden eliminar las plantas que presenten enfermedades causadas por patógenos transmisibles por semilla (Araya y Hernández 2007).

Es necesario realizar al menos dos inspecciones de campo en los lotes de producción, para conservar la pureza genética de la variedad. La primera inspección se tiene que realizar cuando el frijol se encuentra en la etapa de floración para eliminar todas las plantas que se diferencien en cuanto al tipo de planta, color de flor, y el tiempo de floración.

La segunda inspección se tiene que realizar al inicio de la etapa de desarrollo de madurez fisiológica, para descartar las plantas que presentan diferente maduración, forma y color de las vainas; eliminando estas plantas se reduce la producción de granos de color diferente.

Cuando se describe una variedad se establecen los parámetros a los que se ajusta el material genético, sin embargo pueden llegarse a observar en el campo plantas que no se apegan a esa descripción varietal, a esas plantas se les considera fuera de tipo o contaminantes, por lo que, a través de tareas de inspección, se deben identificar plenamente y eliminar a fin de mantener la pureza varietal (Esparza-Martínez *et al.*, 2000).

7. Control de plagas y enfermedades

Enfermedades de frijol

Es importante considerar que la mayoría de las variedades de frijol utilizadas en Zacatecas son susceptibles a uno o más de los agentes causales de las enfermedades comunes de este cultivo.

En Zacatecas las principales enfermedades que afectan a las plantas de frijol son la antracnosis, la roya o chahuixtle, el tizón común, el tizón de halo, las pudriciones de la raíz y los nematodos formadores de agallas. De tiempo en tiempo otras enfermedades como la cenicilla, el moho blanco o las causadas por virus llegan a provocar epidemias severas en localidades o parcelas específicas.

Para la producción de semilla de frijol es importante prevenir la aparición de enfermedades específicas como las de origen viral y bacteriano como los tizones y de procedencia fungosa como la antracnosis, sin embargo también es necesario mejorar el manejo de las enfermedades comunes por lo que a continuación se proporciona información sobre cada una de ellas.

Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum* [(Sacc. & Magnus) Lams.-Scrib.]

Aunque la enfermedad se presenta en la mayor parte de las zonas productoras de frijol, en Zacatecas su presencia se ve limitada por condiciones ambientales específicas que solamente en algunos años se presentan.

La enfermedad puede dañar todas las partes aéreas de la planta, incluyendo los cotiledones, aunque es más común que las primeras lesiones se observen en el envés (por debajo) de las hojas o en los pecíolos de las hojas como lesiones lineales de color oscuro o rojo ladrillo o bien, como pequeñas lesiones en las venas de las hojas. Si las condiciones ambientales favorecen al hongo las lesiones también se pueden observar en el haz (por arriba) de las hojas (Schwartz, 1991).

La enfermedad es más notoria en las vainas; las primeras lesiones muestran un color naranja; al pasar el tiempo la lesión inicial se hunde en el tejido de la vaina y se limita por un anillo de color negro seguido por otra franja de color café rojizo. Las vainas jóvenes pueden secarse si el ataque del hongo es severo mientras que en las vainas maduras las lesiones de la enfermedad pueden profundizar y dañar los granos en formación que presentarán manchas de apariencia hundida.

El hongo puede sobrevivir entre ciclos de cultivo en los residuos de plantas infectadas y puede ser diseminado principalmente por medio de la semilla infectada donde puede sobrevivir hasta por dos años (Pastor-Corrales y Tu, 1989).

Este hongo prospera en un rango de temperatura que va desde 13 a 26°C y cuando la humedad relativa supera el 92%; las lluvias moderadas a intervalos regulares le favorecen.

Manejo de la enfermedad

Debe emplearse semilla libre de la enfermedad, se recomienda la rotación de cultivos cada dos o tres años con cereales como avena, cebada, trigo o maíz.

La aspersión de fungicidas protectores o sistémicos como benomyl, clorotalonil, carbendazim o captafol ha sido de limitada efectividad debido principalmente a que tienen que ser aplicados al inicio de la epidemia y a que el follaje tiene que ser cubierto completamente.

La semilla infectada con este hongo puede ser tratada con fungicidas como benomyl o tiofanato metílico, pero de preferencia, es mejor no sembrarla.

Es importante mencionar que la tolerancia para esta enfermedad es de cero lesiones en las parcelas de producción

de semilla básica; la tolerancia para parcelas de producción de semilla registrada y certificada es de una lesión en 10,000 y 20,000 plantas respectivamente.

Roya o chahuixtle [*Uromyces appendiculatus* (Pers.:Pers.) Unger.]

La roya o chahuixtle puede causar pérdidas de hasta 100% en el rendimiento, especialmente si el ataque se presenta en fechas tempranas.

El signo que caracteriza a esta enfermedad es la aparición de uredias, que son las típicas lesiones circulares de color café rojizo, sin embargo estas lesiones inicialmente se observan como pequeñas manchas blancas en cualquier parte aérea de la planta. Si el número de estas lesiones o su tamaño es muy grande (pueden cubrir completamente las hojas), las plantas infectadas perderán sus hojas; el daño en las vainas y por consecuencia, en el rendimiento, será mayor si la enfermedad aparece al inicio del ciclo de cultivo.

El desarrollo de la enfermedad requiere de temperaturas moderadas (17 a 27°C) y de condiciones de humedad que permitan la presencia de una capa de agua sobre el follaje de las plantas por periodos de 10 a 18 horas así como una humedad relativa mayor a 95%. Las temperaturas menores de 15°C retardan el desarrollo del hongo mientras que las

temperaturas mayores de 32°C pueden eliminarlo (Stavely y Pastor-Corrales, 1989).

Los factores que propicien el retraso en la madurez del cultivo como fechas tardías de siembra, granizadas o excesos en la fertilización nitrogenada también favorecerán los ataques de roya.

Manejo de la enfermedad

Se recomienda incorporar al suelo los residuos de plantas enfermas inmediatamente después de la cosecha para evitar la formación de esporas de invierno (Anderson *et al.*, 1983).

Es recomendable también la rotación de cultivos con cereales como la avena, cebada, trigo o maíz por lo menos durante dos años. También se sugiere la eliminación de plantas voluntarias de frijol antes del inicio del siguiente ciclo de cultivo.

Bajo condiciones de riego pueden ajustarse las fechas de siembra para evitar que el cultivo se exponga a largos periodos con rocío que favorecen el desarrollo de la enfermedad. Es importante considerar que las plantas de frijol con niveles moderados a severos de roya requieren ser suministradas con el doble de agua de riego para alcanzar el mismo rendimiento que las plantas sanas.

La aspersión de fungicidas como el clorotalonil ha proporcionado buenos resultados cuando se ha aplicado al inicio de la epidemia de roya y se ha continuado con aspersiones cada 7 o 10 días hasta antes de la cosecha. Sin embargo, el cubrimiento total del follaje es esencial para el éxito del combate de la enfermedad.

Tizón de halo [*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (Burkholder) Young et al.]

El causante de esta enfermedad es una bacteria que constituye un serio problema en las áreas productoras de esta leguminosa donde las temperaturas son moderadas y se cuenta con antecedentes de epidemias severas de tizón de halo. Las pérdidas ocasionadas por esta bacteria pueden alcanzar hasta el 43%.

Los primeros síntomas de esta infección bacteriana aparecen como pequeñas manchas aguanosas especialmente en las hojas; alrededor de esas manchas se forma un halo de color verde amarillo y aspecto grasoso de donde la enfermedad toma su nombre; si las condiciones climáticas son muy secas, las manchas toman una coloración bronceada y mueren. Cuando la enfermedad es muy severa toda la planta toma una coloración verde amarillenta (clorosis).

Los síntomas en las vainas consisten en manchas de color rojo o café o franjas del mismo color a lo largo de la sutura de la vaina. El grano formado en las vainas infectadas puede pudrirse y decolorarse. El número de granos dañados es mayor cuando la enfermedad se presenta desde que la vaina principia a formarse.

Si la enfermedad ocurre a partir de semilla contaminada, las plántulas pueden sufrir estrangulamiento del tallo causado por una lesión que se presenta arriba del nudo cotiledonal.

La enfermedad puede originarse a partir de las poblaciones de la bacteria presentes en la semilla contaminada o provenir de las poblaciones bacterianas sobrevivientes en los residuos de plantas infectadas que permanecen sobre la superficie del suelo (Schwartz, 1989).

La bacteria invade la planta a través de heridas o aberturas naturales como los estomas, especialmente durante periodos con alta humedad relativa o con la presencia de una capa de agua (Saettler, 1991).

El tizón de halo es considerado como una enfermedad de bajas temperaturas; su potencial para causar epidemias es mayor cuando la temperatura fluctúa entre 18 y 22°C; si la temperatura se mantiene por encima de 28°C algunos síntomas como el halo no se manifestarán aunque las lesiones

iniciales podrán persistir. La dispersión de la enfermedad dentro de una parcela es favorecida por la ocurrencia de tormentas violentas acompañadas de granizo así como por el movimiento de trabajadores o maquinaria a través de la parcela cuando el follaje de las plantas conserva una capa de agua.

Manejo de la enfermedad

Se recomienda incorporar los residuos del cultivo al suelo inmediatamente después de la cosecha; no extienda la paja de frijol vieja o enferma en las parcelas donde vaya a sembrar frijol; algunas malas hierbas pueden albergar esta bacteria por lo que se sugiere mantener un buen manejo de maleza dentro y alrededor de la parcela de frijol.

El empleo de semilla libre de la enfermedad, producida en condiciones no favorables para la bacteria ayudará a reducir la cantidad del patógeno presente al inicio del ciclo.

Se sugiere “curar” la semilla utilizando un antibiótico como la estreptomina para reducir la contaminación bacteriana de la cubierta de la semilla.

Durante el desarrollo del cultivo se puede considerar la aplicación de bactericidas preventivos como los basados en cobre principiando las aspersiones antes de que se alcance la

etapa de floración para ayudar a reducir la dispersión de la bacteria en hojas y vainas.

Es importante mencionar que la tolerancia para esta enfermedad es de cero lesiones en las parcelas de producción de semilla básica; la tolerancia para parcelas de producción de semilla registrada y certificada es de una lesión en 10,000 y 20,000 plantas respectivamente.

Tizón común [*Xanthomonas phaseoli* (Smith) Dowson]

Los primeros síntomas de la enfermedad se observan como manchas de aspecto húmedo que muestran una delgada franja verde alrededor de ellas; al agrandarse se unen y toman una coloración café o negra.

En las vainas enfermas se desarrollan manchas circulares, ligeramente hundidas y de aspecto húmedo. En el centro de esas lesiones pueden aparecer masas amarillas de bacterias; con el tiempo esas lesiones se secan y toman una coloración café rojiza. La semilla proveniente de estas vainas infectadas se arruga y frecuentemente presenta manchas amarillas en la cubierta o en la sutura de la semilla; estos síntomas pueden reconocerse más fácilmente en variedades de grano blanco que en las de grano oscuro.

Una epidemia de tizón común puede iniciarse a partir de semilla contaminada o por medio de semilla contaminada que germina voluntariamente en las parcelas, lugares de trilla o donde se depositan desechos del cultivo.

La bacteria sobrevive en residuos contaminados, especialmente en regiones templadas. La supervivencia es mayor en los residuos que permanecen en la superficie o muy cerca de ella; las condiciones secas aumentan la supervivencia de este patógeno.

La bacteria causa mayor daño cuando la temperatura varía entre 28 y 32°C. La enfermedad progresa más rápidamente si coinciden periodos de alta humedad y lluvia.

Manejo de la enfermedad

Es importante incorporar profundamente los residuos de cultivo inmediatamente después de la cosecha y no esparcir la paja vieja o proveniente de plantas enfermas sobre la superficie del suelo en las parcelas que serán sembradas con frijol en el siguiente ciclo de cultivo.

No realice ninguna labor dentro de la parcela mientras el follaje de las plantas permanezca húmedo, generalmente durante las primeras horas del día.

Evite que la población de insectos plaga (minadores y mosca blanca) y malas hierbas se incrementen dentro y alrededor de la parcela de frijol.

La contaminación bacteriana de la semilla de frijol se puede reducir utilizando antibióticos como la estreptomicina aplicada a la semilla previamente a la siembra.

Se pueden utilizar bactericidas a base de cobre desde poco antes y durante la floración. No se sugiere el empleo de antibióticos para asperjar el follaje ya que se pueden originar cepas de la bacteria resistentes a los antibióticos, la estreptomicina no alcanzará a penetrar hasta la semilla en formación por lo tanto será incapaz de protegerlas.

Es importante mencionar que la tolerancia para esta enfermedad es de cero lesiones en las parcelas de producción de semilla básica; la tolerancia para parcelas de producción de semilla registrada y certificada es de una lesión en 10,000 y 20,000 plantas respectivamente.

Putridiones de la raíz (varios patógenos)

Las pudriciones de la raíz de las plantas de frijol son más severas cuando se cultiva continuamente frijol en una parcela (monocultivo), se hacen rotaciones de cultivo inadecuadas o se propicia la compactación del suelo. Esta enfermedad es

causada por un número de patógenos entre los que figuran *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia spp.*, *Pythium spp.*, *Thielaviopsis spp.*, *Sclerotium spp.*, *Aphanomyces spp.*, *Phymatotrichopsis spp.* y *Macrophomina spp.* En las parcelas de frijol en Zacatecas, dos de los patógenos más comunes son *Rhizoctonia spp.* y *Fusarium spp.* (Figura 1).



Figura 1. Raíces de plantas de frijol mostrando lesiones rojizas causadas por patógenos del suelo.

El hongo *Rhizoctonia spp.* Puede inducir la pudrición de la semilla, muerte de plántulas, cánceres en el tallo y la pudrición de la raíz y las vainas; los síntomas característicos de la enfermedad son las lesiones hundidas de color café rojizo que se localizan en el tallo de la planta. Al avanzar la enfermedad

las lesiones se agrandan, toman una coloración más oscura y un aspecto más áspero, retardan el desarrollo de la planta y eventualmente pueden matarla. El hongo también puede infectar las vainas que se encuentran en contacto con el suelo provocando las típicas lesiones rojizas y hundidas.

Los primeros síntomas inducidos por el hongo *Fusarium* spp. Aparecen como lesiones rojizas en la raíz de las plántulas una o dos semanas después de su emergencia. Aunque el hongo mata las raíces principales no se observa una marchitez severa del follaje aunque se puede observar que algunas plantas muestran achaparramiento, amarillamiento y pérdida prematura del follaje.

La epidemia provocada por *Rhizoctonia* spp. Es más severa en las primeras semanas bajo condiciones de moderada o alta humedad del suelo acompañada de temperaturas relativamente bajas. El desarrollo rápido de las plántulas promueve su escape del hongo; con temperaturas mayores a 21°C se desarrollan pocas lesiones de este hongo.

La principal forma de diseminación de este hongo es la semilla, tanto externa como internamente, aunque puede utilizar otros medios como el agua de riego, residuos contaminados, maquinaria, viento y la lluvia.

El daño provocado por *Fusarium* spp. Es más severo cuando la temperatura fluctúa entre 22 y 32°C, sin embargo, la compactación del suelo, el exceso de humedad o la sequía, la alta densidad de siembra, el daño por herbicidas, algunas formas de fertilizantes nitrogenados y las temperaturas desfavorables para el desarrollo de las raíces de frijol favorecen el ataque de este hongo.

Ambos patógenos, *Rhizoctonia* spp. y *Fusarium* spp. Pueden sobrevivir largos periodos en el suelo, aún sin la presencia del cultivo, ya que poseen estructuras de resistencia (llamadas esclerocios y clamidosporas, respectivamente) especialmente formadas para tal fin.

Manejo de la enfermedad

Evite fechas de siembra muy tempranas cuando el suelo aún permanece frío; al momento de la siembra no utilice densidades de siembra muy altas que propiciarán una excesiva competencia por agua entre plantas y que hará que el suelo sea excesivamente rico en exudados de la raíz de frijol que favorecen a algunos de los hongos que causan la pudrición de la raíz de frijol.

Ajuste la profundidad de siembra; evite colocar la semilla demasiado profunda ya que la plántula estará expuesta al

ataque de los patógenos del suelo por un periodo más largo antes de alcanzar la superficie del suelo.

De ser posible incluya cereales como el maíz, avena, cebada o trigo en su rotación de cultivos; evite la siembra de frijol por periodos de hasta tres años.

Agregue e incorpore materia orgánica como la paja seca de cereales mencionados previamente; también debe eliminarse la compactación del suelo por medio del subsoleo a una profundidad de 30 a 50cm; este manejo permitirá a las raíces de las plantas de frijol penetrar profundamente en el suelo.

La práctica de aflojar o remover el suelo de dos a tres semanas después de la emergencia del cultivo puede resultar dañina para las plantas de frijol ya que provocará una gran cantidad de heridas que serán utilizadas por estos hongos para entrar en las raíces. Por el contrario, la práctica de arrimar suelo a las plantas promueve la formación de raíces adventicias que ayudan a la planta a reponer las raíces dañadas por la enfermedad.

Algunos fungicidas como Thiram, PCNB, Benomyl y Captafol han dado buenos resultados para reducir la contaminación externa de la semilla y aplicados en el hilo de las plántulas de frijol en los primeros días después de la emergencia.

Nematodos formadores de agallas (*Meloidogyne spp.* y *Nacobbus aberrans* Thorne)

En las parcelas de frijol de Zacatecas se han encontrado plantas infectadas por dos tipos de nematodos conocidos como *Meloidogyne spp.* y *Nacobbus aberrans*; ambos forman bolas o nudos (agallas) en las raíces y son capaces de afectar a un gran número de plantas cultivadas y malas hierbas (Velásquez y González, 1991; Velásquez y García, 2000).

Los síntomas del ataque de estos nematodos en el follaje son poco característicos e incluyen enanismo, clorosis (hojas amarillas) y marchitez. Estos síntomas son más notorios en la parte más calurosa del día o al ocurrir periodos de sequía.

La característica principal de esta enfermedad se observa solamente al descubrir las raíces de las plantas que muestran los síntomas aéreos mencionados previamente; las raíces afectadas por *Meloidogyne spp.* Forman bolas o nudos de diferentes tamaños y llegan a deformarla completamente. En cambio, las raíces afectadas por *N. aberrans* muestran agallas redondas u ovaladas, más pequeñas que las causadas por *Meloidogyne spp.* y en forma de cuentas de rosario.

Las agallas obstruyen el paso de agua y nutrientes que van de la raíz hacia el follaje resultando en los síntomas mencionados y que pueden conducir a la muerte de la planta. Las agallas no

pueden ser desprendidas del resto de la raíz como sucede con los nódulos fijadores de nitrógeno que se desprenden fácilmente de la planta y son benéficos para el cultivo.

Los nematodos del género *Meloidogyne spp.*, son más fácilmente encontrados en suelos de textura arenosa y con buen drenaje; las larvas (nematodos jóvenes) se encargan de penetrar las raíces de las plantas de frijol y son más activas cuando la humedad del suelo no es excesiva (Schwartz *et al.*, 1996). En el caso de *N. aberrans*, los nematodos jóvenes se introducen en las raíces y se mueven dentro de ellas provocandoles severos daños internos pero sin formar las bolas o nudos. En una fase de desarrollo más avanzado, las hembras del nematodo vuelven a penetrar las raíces y entonces forman las agallas características de este nematodo (Dropkin, 1989).

Manejo de la enfermedad

En las parcelas con antecedentes de estos nematodos se recomienda la rotación de cultivos (cereales) durante al menos tres años; una vez que se termina este periodo se debe estar completamente seguro que el siguiente cultivo no es afectado por estos nematodos; sin embargo en Zacatecas se han observado agallas de *Meloidogyne spp.* o *N. aberrans* en las raíces de otros cultivos como calabaza, cebolla, pepino, chile,

jitomate, girasol y en maleza como quelite y malva, lo que hace más difícil su combate.

Se sugiere rastrear las plantas de frijol inmediatamente después de la cosecha para que las raíces agalladas se expongan a la acción de factores adversos que reduzcan la población de nematodos en ellas.

Para evitar o retrasar la diseminación de estos patógenos dentro de una parcela se sugiere cultivar y regar por separado los manchones o lunares donde se hayan detectado plantas con raíces agalladas, así como reducir al máximo la circulación de trabajadores y maquinaria en esas áreas dañadas.

Aunque el empleo de nematicidas es muy efectivo y ampliamente usado en otros cultivos, en condiciones de temporal podría resultar demasiado costoso; en Zacatecas se ha utilizado exitosamente el nematicida conocido como carbofuran.

Enfermedades virales

Las pérdidas provocadas por la incidencia de enfermedades virales en las parcelas de frijol en Zacatecas no han sido cuantificadas, sin embargo se ha detectado la presencia de algunos virus mediante la prueba conocida como DAS-ELISA

por lo que enseguida se mencionan algunos de los más importantes y sus principales características.

Virus del mosaico común del frijol (BCMV: Bean common mosaic virus)

Las pérdidas causadas por la infección de este virus oscilan entre 30 y 80% pero la calidad del grano también se ve afectada.

Los síntomas típicos del BCMV son los de un mosaico con áreas de color verde oscuro y amarillo, generalmente acompañadas por un ampollamiento, distorsión y enrollamiento de las hojas hacia abajo. Las plantas infectadas por BCMV al inicio del ciclo de cultivo o aquellas que nacen de semilla infectada, retrasan su madurez y tienen menos vainas y semillas que las plantas sanas; las vainas pueden ser más pequeñas de lo normal y mostrar malformaciones (Conti *et al.*, 2000; Mukeshimana *et al.*, 2003).

Este virus puede ser transmitido por semilla, la cual es el principal medio de diseminación entre áreas y ciclos de cultivo; el porcentaje de transmisión llega a alcanzar hasta el 80%; dentro de una parcela el BCMV puede ser diseminado por medio de más de 10 especies de pulgones, entre los que destaca *Myzus persicae* Sulzer, el cual es una plaga común en Zacatecas.

Virus del moteado de la vaina del frijol (BPMV: Bean pod mottle virus)

Este virus BPMV afecta el rendimiento ya que provoca la malformación de vainas y aborto de semillas (Morales y Gámez, 1989; Giesler *et al.*, 2002).

Las plantas de frijol afectadas por BPMV pueden mostrar enanismo. Las vainas de variedades susceptible presentan un moteado y deformaciones, con semillas poco desarrolladas (Morales y Gámez, 1989; Scott, 1991).

Este virus puede ser transmitido por medios mecánicos, por savia y por escarabajos de diferentes familias, sin embargo, destacan entre ellos algunas plagas comunes del frijol como *Diabrotica balteata* Le Conte y *Epilachna varivestis* Mulsant (Morales y Gámez, 1989). Los brotes epidémicos de BPMV pueden estar relacionados con inviernos con temperaturas moderadas que permiten a sus vectores sobrevivir a la temporada invernal y emerger en poblaciones grandes números durante la primavera como sucede en el cultivo de soya en EUA (Giesler *et al.*, 2002). El BPMV no es transmitido por semilla ni por polen (Morales y Gámez, 1989).

Virus del mosaico sureño del frijol (SBMV: Southern bean mosaic virus)

Este virus es común en climas cálidos y se encuentra ampliamente distribuido en México pero no se le considera de importancia económica (APS, 1991).

La infección por este virus provoca síntomas como enanismo, mosaico general, moteado y ampollamiento de hojas, necrosis de las venas, defoliación y manchas abultadas de color verde oscuro en las vainas de las plantas infectadas, la semilla puede ser de menor tamaño o en número reducido. Estos síntomas o su severidad pueden cambiar de acuerdo con la variedad de frijol o la variante del virus (Gergerich, 1991; Sutic *et al.*, 1999).

Se ha reportado que algunos escarabajos como *D. balteata*, *Cerotoma trifurcata* Forster y *E. varivestis*, entre otros son capaces de transmitir el SBMV. La semilla de frijol también puede transmitir el virus en la cubierta o en el embrión, sin embargo, la incidencia del virus es relativamente baja (1.5%) (Morales y Gámez, 1989; Sutic *et al.*, 1999).

Virus de la punta rizada del betabel (BMCTV: Beet mild curly top virus)

La enfermedad causada al frijol por este virus infecta numerosos cultivos y malas hierbas en las regiones áridas y semi áridas de Norte América (Silbernagel, 1991).

Las plantas jóvenes infectadas con este virus generalmente expresan ampollamiento y rizado de hojas que adquieren un color amarillento; las hojas cotiledonares son más gruesas y quebradizas que el resto del follaje; este tipo de plantas mueren en pocas semanas. Cuando la infección ocurre tardíamente los síntomas son menos severos (las plantas no mueren) e incluyen enanismo generalizado y los brotes son rizados y quebradizos; las vainas presentes antes de la infección no manifiestan daño (Figura 2: Morales y Gálvez, 1989; Silbernagel, 1991).



Figura 2. Planta de frijol infectada por el virus de la punta rizada del betabel.

El virus es transmitido por la chicharrita *Neoliturus tenellus*. Baker que además del frijol también puede transmitirlo a otros

cultivos como jitomate, papa y calabaza así como a algunas malas hiervas como la rodadora y la mostacilla.

Virus del mosaico del pepino (CMV: Cucumber mosaic virus)

EL CMV, ocurre mundialmente en áreas templadas y provoca son fluctuantes ya que dependen del estado de desarrollo del cultivo al momento de la infección (Hampton y Provvidenti, 1991).

Este virus provoca enchinamiento de las hojas y franjas amarillas a lo largo de las nervaduras; frecuentemente las nervaduras principales toman un aspecto rugoso. Las plantas infectadas se desarrollan lentamente, incluso pueden desarrollar nuevos brotes asintomáticos pero el virus continuará desarrollandose dentro de la planta. El virus es transmitido por un gran número de especies de pulgones pero también por la savia por lo que debe evitarse la manipulación excesiva de las plantas durante las labores de cultivo.

Es importante mencionar que la tolerancia para estas enfermedades virales es de cero lesiones en las parcelas de producción de semilla básica; la tolerancia para parcelas de producción de semilla registrada y certificada es de una lesión en 10,000 y 20,000 plantas respectivamente.

El manejo de los vectores (áfidos y chicharritas) se aborda extensivamente en la sección de plagas.

Plagas del frijol

Después de la sequía y los bajos precios de venta de su cultivo, los productores de frijol de temporal en Zacatecas indican que los insectos plaga son el problema que más les aqueja (Galindo y Pérez, 2003). Se describen seis insectos plaga que dañan el cultivo del frijol en Zacatecas, los cuales pueden estar presentes desde la siembra de la semilla hasta después de la cosecha del grano, según sea el insecto plaga involucrado, como se muestra en la (Figura 3).

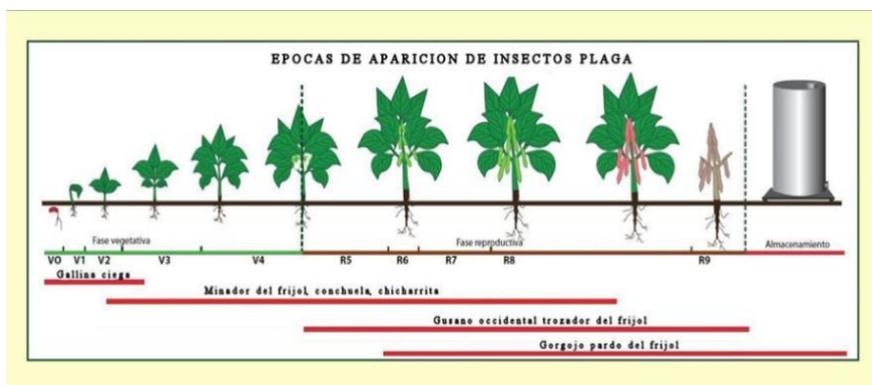


Figura 3. Relación entre el desarrollo fenológico de una planta de frijol y la presencia de los insectos plaga más comunes en el estado de Zacatecas.

Minador del frijol, *Xenochalepus signaticollis* (Baly)

Identificación: el adulto es un escarabajo pequeño y aplanado que mide de 7 a 9 mm de largo por 2 mm de ancho, tiene una franja de color naranja que va desde el tórax hasta la parte terminal del abdomen. Las larvas también son aplanadas, de patas cortas y cabeza en forma de cuña, con los márgenes de los segmentos abdominales en forma de cono terminado en una protuberancia oscura; son de color blanco-amarillento excepto la cabeza, bien desarrolladas miden unos 9 mm de largo.

Daños: adultos y larvas del minador se alimentan de las hojas del frijol y ocasionan dos tipos de daño muy característico; por un lado, los adultos consumen todo el tejido de la hoja, excepto las nervaduras, y pueden dejar intacta sólo la epidermis; en tanto las larvas se alimentan internamente de la hoja formando una mina o ampolla.

Muestreo y umbrales de control: se deben revisar 10 plantas seguidas de frijol, en al menos 10 sitios escogidos al azar, de la parcela donde se desea estimar la población de adultos de minador. Aunque no se tiene definida con precisión la población que ocasiona un daño económico, se sugiere controlar este insecto cuando se encuentren en promedio uno

a dos adultos por cada planta de frijol muestreada al inicio del ciclo de cultivo.

Oportunidad de control: es clave en el manejo de este insecto evitar la colonización inicial de los adultos invernantes, durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, así como estimar cuando se presentará la segunda generación de adultos (Figura 4).

Control cultural: los frijoles rizos (plantas que emergen al inicio de las lluvias en los lugares donde se trilló semilla de frijol durante la cosecha del ciclo anterior) son un sitio de concentración de adultos y puesta de huevos del minador, por tanto se deben eliminar antes de que emerjan las plantas de frijol en los lotes cultivados.

Control químico: algunos de los insecticidas que se pueden utilizar para controlar los adultos del minador del frijol son: acefato, azinfos metílico, cipermetrina, deltametrina, dimetoato, endosulfán, fenvalerato, metomilo, malatión y triclorfón.



Figura 4. Adultos del minador del frijol y sus daños al cultivo.

Conchuela del frijol, *Epilachna varivestis* Mulsant

Identificación: El adulto es de forma oval, con ocho manchas negras distribuidas longitudinalmente en tres franjas sobre la cubierta de cada ala, miden de 6 a 7 mm de largo; los adultos que colonizan el cultivo a principios del verano son de color café cobrizo, en tanto que los de la segunda generación son de color amarillo cremoso a naranja. Las larvas son de color amarillo, tienen el cuerpo cubierto por seis hileras de espinas ramificadas con la punta de color negro.

Daños: larvas y adultos se alimentan de las hojas, flores y vainas en formación. Una larva puede consumir unos 25 cm² de tejido durante el transcurso de sus cuatro instares de desarrollo, el 87% es consumido por los últimos dos estadios (Guerrero *et al.*, 1979). Un adulto consume aproximadamente 4.5 cm² de follaje por día (Kabissa y Fronk, 1986).

Época crítica de daño: la defoliación durante la floración, y en la formación y llenado de vainas, es la que tiene mayor repercusión en las pérdidas en rendimiento (Figura 5).

Muestreo y umbrales de control: revisar todas las plantas de frijol que se encuentren en un metro lineal de surco y contar el número de adultos, masas de huevos o larvas de conchuela para estimar la población de insectos por planta muestreada; se deben revisar al menos 10 puntos diferentes de la parcela, los cuales se deben escoger al azar. El umbral de control es cuando se encuentren de 1 a 1.5 larvas por planta, o una masa de huevos cada seis plantas de frijol. Si ya se tiene una defoliación, entonces se puede tolerar menos de 15, a 35% de follaje dañado durante las etapas de plena floración y formación de vainas, llenado de vainas, y antes de la floración del cultivo, respectivamente (Michels y Burkhardt, 1981).

Oportunidad de control: debido a que la emergencia de los adultos ocurre por varias semanas, es necesario el monitoreo, al menos cada siete días, para detectar el pico poblacional de éstos cuando llegan al cultivo, sin perder de vista la puesta de masas de huevos.

Control biológico: hay varias especies nativas de insectos depredadores que se alimentan de los huevos, larvas y pupas de conchuela; también existen varias especies de

parasitoides, entre las cuales destacan la mosca *Paradexodes epilachnae* - que ataca las larvas -, y la avispa parasitoide de huevos, *Pediobius foveolatus* (Colunga et al., 1989); este control nativo se puede incrementar evitando hacer aplicaciones de insecticidas de amplio espectro. El hongo *Beauveria bassiana* es efectivo para eliminar las larvas de primer instar de este insecto plaga (García-Gutiérrez et al., 1999).

Control químico: para eliminar las larvas y adultos de la conchuela del frijol se pueden utilizar los insecticidas mencionados anteriormente para el control del minador. Hay una ventana de oportunidad de control con una sola aplicación cuando se tiene la mayor población de adultos y se tiene sólo una pequeña población de huevos al inicio del ciclo de cultivo.



Figura 5. Adulto invernante de la conchuela del frijol y el daño en las hojas.

Chicharrita del frijol, *Empoasca kraemeri* Ross y Moore

Identificación: Los adultos de *E. kraemeri* son de forma alargada, con su cuerpo en forma de cuña (más ancho en la cabeza y se va haciendo angosto hasta llegar a la punta de las alas), su tamaño varía de 2.4 a 2.7 mm, y son de color verde claro con manchas blancas en la cabeza y el tórax. El estado de ninfa es de forma similar al adulto, pero su tamaño es más pequeño, de color verde amarillento, y camina lateralmente en sus desplazamientos.

Daños: La chicharrita del frijol es uno de los insectos plaga que ocasiona daños considerables en las zonas productoras de frijol más cálidas del Altiplano Zacatecano. Tanto las ninfas como los adultos dañan la planta al succionar la savia de las hojas. Achaparramiento, reducción del crecimiento, y caída de flores y vainas son otros síntomas típicos del daño causado por la chicharrita; en plantas con estrés de agua y nutrientes el efecto es mayor. Las chicharritas se alimentan de las células que destruyen, no de los haces vasculares (Backus *et al.*, 2005). El rendimiento se reduce como consecuencia del ataque, y si la chicharrita no se controla en un periodo largo, o si el ataque empieza temprano, se puede perder el cultivo completamente.

Época crítica de daño: cuando el ataque de chicharrita es severo durante todo el ciclo, el período de las dos semanas previas a la floración es el más crítico, seguido en importancia por el lapso de floración y formación de vainas. Hay cuatro componentes del rendimiento de frijol que son afectados por el daño de la chicharrita: 1) reducción del número de vainas por planta, 2) número de semillas por vainas, 3) el peso de 100 semillas y 4) número de vainas sin semillas por planta (van Schoonhoven *et al.*, 1978).

Muestreo y umbrales de control: el método más preciso es el conteo directo de chicharritas en las hojas de frijol. Es preferible muestrear las ninfas de la parte media de la planta hacia abajo, en el envés de las hojas. A continuación se sugieren umbrales de control de chicharrita, los cuales son preliminares, pero ayudan en la toma de decisiones para el control: se deben de hacer aplicaciones cuando después de contar 20 hojas al azar en el campo se encuentre(n): 1) una ninfa por hoja trifoliada, o un adulto por planta, desde la etapa de germinación a la aparición de la primera hoja trifoliada; 2) dos ninfas por hoja trifoliada, o dos adultos por planta, después de la primera hoja trifoliada hasta floración, y 3) tres ninfas por hoja trifoliada, o tres adultos por planta, para el resto de las etapas del cultivo. Si se capturan más de 100 adultos de chicharrita en 20 redazos completos, con la red entomológica,

antes de la floración, es el umbral para iniciar el control químico.

Oportunidad de control: la detección oportuna de las poblaciones de chicharrita es clave, particularmente en años secos, ya que se deben iniciar las acciones de control antes de que se empiecen a observar los síntomas típicos del daño (amarillamiento del follaje), especialmente desde antes de la floración hasta la formación de vainas, debido a que estos son irreversibles.

Control cultural: actualmente no se tienen acciones efectivas de manejo cultural de este insecto plaga. Existen variedades de frijol con diferentes grados de susceptibilidad al daño por alimentación de *Empoasca spp.*

Control químico: se pueden utilizar los insecticidas sugeridos con anterioridad para el control del minador. El dimetoato no se debe aplicar durante la floración. A medida que el cultivo tiene más follaje, especialmente cuando se cierra el surco con hojas de las plantas de ambos lados, se limita la efectividad de las aplicaciones de los productos de contacto (acefato, azinfos metílico, cipermetrina, deltametrina, endosulfán, fenvalerato, malatión y triclorfón (Figura 6).



Figura 6. Ninfa de la chicharrita del frijol y su daño en el follaje.

Gusano occidental trozador del frijol, *Striacosta albicosta* (Smith)

Identificación: los adultos del gusano occidental trozador del frijol son palomillas de color café que miden en promedio 2cm de largo, y 3.8cm con las alas abiertas; se distinguen porque tienen tres marcas distintivas en las alas anteriores: una franja blanca a lo largo del margen anterior del ala, una mancha circular localizada cerca del centro de la franja, y una más en forma de riñón casi al final de dicha franja. Las larvas recién nacidas son de un color naranja opaco con la cabeza negra, cuando están bien desarrolladas llegan a medir 3.8cm de largo, son de color café claro con manchas más tenues en forma de diamante sobre su parte dorsal, y en el pronoto tienen tres franjas cortas de color oscuro que corren longitudinalmente a lo largo de ese segmento, siendo una de sus características más

distintivas a partir de cuando alcanzan el tercer instar de desarrollo.

Daños: Las pérdidas económicas son ocasionadas por las larvas grandes, ya que éstas se alimentan de los granos en formación y pueden continuar esa actividad incluso después de que se corta y “aborrega” el frijol.

Época crítica de daño: el gusano occidental trozador del frijol es una plaga casi exclusiva de frijol de temporal. Sus daños son de consideración una vez que se empiezan a formar los granos en las vainas de frijol, lo cual ocurre, normalmente, a partir del mes de agosto.

Muestreo y umbrales de control: el uso de trampas con feromona es una de las mejores opciones para el monitoreo del gusano occidental trozador del frijol. Se colocan dos trampas por lote de cultivo durante la primera semana de julio, y una vez que se capturen las primeras palomillas en la trampa, hacer el siguiente muestreo: revisar 20 plantas seguidas de frijol para buscar la presencia de masas de huevos o larvas pequeñas, este muestreo se repite en otros cuatro sitios escogidos al azar dentro del mismo lote. La frecuencia de muestreo es cada semana.

De manera preliminar se considera que hay que controlar este insecto plaga cuando se encuentren tres larvas por cada metro de surco en frijol de temporal (Peairs, 2008).

Oportunidad de control: se considera que es en la etapa de floración del frijol cuando inicia la puesta de huevos de este insecto plaga, y durante la formación y llenado de vainas como el período más crítico de daños (Figura 7).

Control cultural: se desconoce qué tan importante es el rastreo del suelo para eliminar las larvas invernantes, en general se considera de poco impacto.

Control biológico: los huevos de este insecto son parasitados por avispietas del género *Trichogramma*, por lo que es posible hacer liberaciones de este insecto benéfico durante las fases de floración e inicio de formación de vainas; se deben liberar un mínimo de 25 pulgadas cuadradas de material biológico por hectárea, dos veces por semana. Durante los meses de septiembre y octubre hay una gran cantidad de larvas y adultos de escarabajos del género *Calosoma*, los cuales destruyen una gran cantidad de larvas del gusano occidental trozador del frijol.

Control químico: se pueden utilizar los insecticidas mencionados anteriormente que se sugieren para el control del minador del frijol. Si ya se observa una gran cantidad de daños

en las vainas, es posible que la mayoría de las larvas sean de los últimos instares, las cuales son de hábitos nocturnos, y por tanto lo ideal es hacer las aplicaciones de insecticidas cerca del oscurecer o poco antes de amanecer. Se sugiere adecuar una especie de barra al frente del tractor para que incline un poco las plantas de frijol, con el fin de que se tenga más penetración del insecticida asperjado.



Figura 7. Adulto y larvas del gusano occidental trozador del frijol y sus daños.

Gallina ciega, *Phyllophaga spp*

Identificación: los adultos, conocidos como mayates de mayo, miden de 1.5 a 2.0 cm de largo, son de color café a café castaño, poco brillantes. Las larvas, conocidas como gallinas ciegas, tienen la cabeza café, en donde sobresalen las mandíbulas bien desarrolladas; el tórax con tres pares de patas cortas, juntas. El tórax y el abdomen son de color blanco grisáceo a color crema, con la parte final del abdomen a menudo de color oscuro debido a las partículas de suelo y

materia orgánica que comen, su cuerpo tiene una forma de C, y pueden medir hasta 2.5cm de largo.

Daños: los daños son causados por las larvas al alimentarse de las raíces de las plantas en desarrollo. Es común encontrar plantas con todo el sistema radicular destruido en el mes de septiembre a octubre. Los síntomas que presenta una planta afectada por gallina ciega es un follaje amarillento, que posteriormente se vuelve marchito, para finalmente secarse.

Época crítica de daño: es durante la etapa de llenado de vainas cuando se tiene el mayor riesgo de pérdidas por este insecto plaga, lo cual normalmente coincide cuando la larva está en el instar tres. Las siembras de riego que se hacen en el mes de mayo y las de temporal, son las más afectadas por esta plaga.

Muestreo y umbrales de control: en terrenos donde se tuvo daños el año anterior, es posible monitorear la actividad de los adultos en los meses de abril o mayo utilizando trampas de luz. Las larvas se deben muestrear al inicio de la temporada de lluvias, para lo cual se toman muestras de suelo de 30x30x30 cm; se hacen 30 muestras por cada lote. Se considera que una infestación de 1 ó más larvas por muestra justifica la aplicación de un insecticida (Knodel, 2009).

Oportunidad de control: la estrategia de manejo se debe centrar en evitar la puesta de huevos o eliminar las larvas de primer instar (Figura 8).

Control cultural: el barbecho de un terreno infestado es clave para eliminar parte de la población de gallina ciega; cuando se hace en el otoño tiene la desventaja de que toda la población está en la fase de larva, las cuales al ser expuestas al sol, se vuelven a enterrar nuevamente, por lo que lo ideal es hacer esta práctica a fines del mes de marzo o principios de abril. Otra alternativa es usar trampas de luz para atrapar a los adultos, desde finales de abril hasta el mes de junio, solamente se requiere encenderlas entre las 8 y las 10 de la noche.

Control biológico: los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, así como la bacteria *Bacillus popilliae* han mostrado potencial para controlar las larvas de gallina ciega; especialmente contra las larvas de primer instar.

Control químico: los adultos se pueden controlar al final de abril y en el mes de mayo, al hacer aplicaciones de insecticidas de contacto (piretroides por ejemplo); las aplicaciones se deben hacer al anochecer, dirigidas a los sitios donde se concentran. Para el control de las larvas es importante que el suelo esté húmedo, o mucho mejor, dar un

riego ligero después de aplicado el producto para que baje hasta donde se encuentran las larvas de gallina ciega. El insecticida triclorfón es de acción rápida, pero de corta residualidad, en tanto que el imidacloprid es de acción más lenta (tarda de 2 a 3 semanas en actuar), pero tiene una persistencia mucho mayor (tiene actividad por 2 a 6 meses en el suelo) (Hodgson, 2007).



Figura 8. Adulto y larvas de gallina ciega y plantas de frijol dañadas en sus raíces.

Gorgojo pardo del frijol, *Acanthoscelides obtectus*

Identificación: los adultos son escarabajos pequeños (3 mm), su cuerpo es de forma oval con la cabeza pequeña y ojos grandes; son de color grisáceo a pardo oscuro con bandas oscuras transversales y tienen un par de antenas largas y aserradas. Sus larvas son blancas, gruesas, de forma curva y carecen de patas.

Daños: En su estado de larva ataca todos los tipos de frijoles y puede destruir la totalidad del grano almacenado.

Época crítica de daño: Los adultos de este insecto plaga invaden el cultivo cuando empieza la formación de vainas (Paul *et al.*, 2010). Cuando el cultivo tiene vainas alimonadas, las larvas se comen las semillas. La infestación luego se traslada al grano almacenado (Figura 9).

Oportunidad de control: la estrategia de manejo se debe centrar en evitar la puesta de huevos a través de eliminar los adultos o bien reducir la eficiencia de la puesta de huevos sobre el grano de frijol.

Control cultural: si es posible tener las parcelas de frijol retiradas al menos 3 km de los sitios donde se almacena el grano de frijol, ya que dichas bodegas son uno de los focos de infestación del gorgojo para la cosecha del siguiente ciclo. Nunca almacenar la cosecha nueva en una bodega donde aún hay grano de cosechas anteriores y se tiene la presencia del gorgojo. Dejar secar el grano al sol y almacenarlo con menos de 10% de humedad.

Control químico: en campo, cuando el cultivo ya está en etapa de llenado de grano, aplicar un insecticida de contacto una vez que se hayan detectado los adultos del gorgojo; en granos almacenado, aplicar 1 a 2 kg de tierra de diatomeas / tonelada

de grano, lo cual es efectivo para mantener sin infestar el grano de frijol por efecto del gorgojo pardo hasta por seis meses (Roman *et al.*, 2006), o bien fumigar con pastillas de fosfuro de aluminio en dosis de 5 a 10 g / tonelada de grano.



Figura 9. Adulto del gorgojo pardo del frijol y granos dañados por sus larvas.

8. Cosecha y beneficie la semilla

Cosecha

Esta actividad se realiza cuando la planta ha alcanzado su máximo grado de calidad, en madurez fisiológica, en este momento la semilla ha acumulado la totalidad de nutrientes y materia seca, así como acumula su calidad, si las plantas permanecen demasiado tiempo en campo se pueden presentar pérdidas por dehiscencia en las vainas, lo que puede disminuir el rendimiento y la calidad si se presentan precipitaciones. El frijol por lo regular presenta un periodo corto de maduración; la

cosecha se hace cuando la mayor parte de las plantas están maduras esta actividad comienza cuando las plantas manifiestan una tonalidad verde limón y termina cuando las hojas se desprenden, la semilla debe de tener un contenido de humedad entre el 18 y 20 por ciento, esta labor puede hacerse de forma manual y mecanizada (Arias *et al.*, 2001).

Desgrane o trilla

Otro aspecto importante para la producción de semilla es la trilla, ya que en este proceso que requiere de mayor cuidado en comparación con la siembra de frijol para obtener grano.

Se recomienda esta realizar esta actividad cuando la semilla tenga un porcentaje de humedad entre 14 y 16 % de humedad, esto permitirá trillar con menor riesgo de romper la testa y cotiledones de la semilla de frijol. Es necesario calibrar las maquinas trilladoras para evitar daños físicos en las semillas; la calibración se realiza mediante la modificación del número de revoluciones por minuto y en la apertura del cóncavo de la maquina desgranadora. El desgrane de frijol puede hacerse de forma manual y mecánica, mediante esta actividad es importante evitar que la semilla se mezcle con la de otras variedades, por lo que la trilladora que se va a utilizar debe de estar completamente limpia de otros granos, también es recomendable, una vez desgranada la semilla es necesario

seleccionar la semilla de forma manual y mecánica, el objetivo es separar granos con manchas, quebrados y pequeños, asimismo los dañados por plagas e insectos, y retirar los residuos de cosecha, esto para la conservación de la semilla.

Beneficio de la semilla

En el proceso de beneficio donde se realizara la separación de granos por tamaños anchura o espesor, esto se logra mediante las zarandas que separan los granos por tamaño, también se eliminan los residuos de cosecha, polvo y granos quebrados. Después pasa por la mesa de gravedad donde separa la semilla por peso específico. Después de estas actividades al grano se le aplica un tratamiento químico, donde la finalidad es que la semilla se proteja contra hongos, bacterias, insectos y roedores. Es importante señalar que se debe aplicar la dosis adecuada tanto de producto químico como de agua, y esto va a depender del volumen a procesar. Después se procede al embasamiento o empacado de la semilla en sacos de tamaño uniforme, esta actividad se realiza en sacos de papel o histe depositando dentro hasta 25 kg por saco. En este inter el personal del SNICS, extraerá muestras del material procesado para realizar las pruebas de laboratorio, en donde se evaluará el porcentaje de germinación de la variedad

Almacenamiento de la semilla

Es necesario mantener limpia la bodega donde se almacenara la semilla beneficiada, para facilitar el control de los insectos y plagas. Cuando se realizan aplicaciones de fungicidas dentro del almacén, es recomendable utilizar productos químicos que contengan las siguientes características; bajo costo, alta toxicidad para los insectos jóvenes y adultos, alta volatilidad y buena penetración, no dañino para la semilla, fácil disponibilidad.

Es esencial mantener la semilla en una temperatura fresca o como máximo 20 °C, ya que con esta temperatura se mantiene el equilibrio de la semilla a un 11%. Es indispensable mantener la bodega libre de roedores (Aguirre y Peske 1988).

Obtención de etiquetas del SNICS

Sólo las semillas que cubren los requisitos de alta calidad genética, fisiológica, física y fitosanitaria son certificadas por el SNICS. Las semillas certificadas son una garantía de calidad para el productor, su uso en el establecimiento de un cultivo significa la completa seguridad de obtener una buena germinación con plántulas vigorosas y sanas.

Las semillas certificadas deben contar con:

- Buena germinación
- Sin paja, tierra o piedras
- Libre de malezas, plagas y enfermedades
- De una sola variedad
- Tratadas químicamente

Estas características de las semillas se corroboran a través de inspecciones de campo y análisis de laboratorio realizados por personal técnico especializado. La etiqueta oficial de certificación de la SAGARPA, garantiza que la semilla es de alta calidad (Jasso *et al.*, 2012). De acuerdo a la categoría de la etiqueta se puede repetir categoría, o producir la siguiente categoría según sea la etiqueta que contenga el material.

Literatura citada

Acosta G., J. A.; Sánchez G., B. y Jiménez H. 2011. Variedades de frijol y producción de semilla en Zacatecas. Folleto Técnico Núm. 14. Campo Experimental Bajío. Centro de Investigación Regional Centro. Instituto Nacional de Investigaciones

Forestales Agrícolas y Pecuarias. Celaya, Gto., México. 32 p.

Arias R., J. H; Rengifo M., T. y Jaramillo C., M. 2007. Buenas practicas (BPA) agronómicas en la producción de frijol voluble. Manual técnico. Gobernación de Antioquia, MANA, CORPOICA, Centro de Investigación “La Selva”.167 p

Aguirre R. y Peske S. T. 1988. Manual para beneficio de semillas. Centro internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia 281p.

Arias R., J. H.; Ríos B., M. y Monsalve F., J. 2001. Tecnología para la producción y manejo de la semilla de frijol para pequeños productores. Centro de Investigación la Selva. Rionegro - Antioquia - Colombia. Boletín # 1. 32p.

Anderson, F. N., Forster, R.L., Hagen, A. F., Kerr, E. D., Nuland, D. S., Schwartz, H. F., Stolt, R. L., and Wilson Jr., R. G. 1983. Recognition and management of dry bean production problems. (Eds. D. S. Nuland, H. F. Schwartz and R. L. Forster). North Central Regional Extension Publication 198. University of Nebraska. Lincoln, Nebraska, USA. 57p.

- Araya V., R. y Hernández F., J. C. 2007. Protocolo para la producción local de semilla de frijol. Programa colaborativo de fitomejoramiento participativo en Mesoamérica. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno Alajuela, Costa Rica. 23: 1-12
- Ávila-Marioni, M. R.; Jacobo-Cuellar J. L.; Rosales-Serna, R.; Espinoza-Arellano, J. J.; González-Ramírez H. y Pajarito-Ravelero A. 2012. Influencia de la calidad de semilla en la producción de frijol en el norte-centro de México. *Tecnociencia*. 3:158-164
- Backus, E.A., M.S. Serrano y C.M. Ranger. 2005. Mechanisms of hopperburn: An Overview of Insect Taxonomy, Behavior, and Physiology. *Annu. Rev. Entomol.* 50: 125-151.
- Conti, M., Gallitelli, D., Lisa, V., Lovisolò, O., Martelli, G. P., Ragozzino, A., Rana, G. L., and Vovlas, C. 2000. Principales virus de las plantas horticolas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 206p.
- Colunga G.M., J.V. Graziano y N.J. Romero. 1989. Factores naturales de mortalidad de *Epilachna varivestis* Mulsant, en el cultivo del frijol. *Agrociencia*. 1989. (76):197-205.

- Danilo, E., N. 2011. El cultivo del frijol. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Tegucigalpa, Honduras. 36p.
- David S. 1998. Producing bean seed: handbooks for small-scale bean producers. Handbook 1. Network on Bean Research in Africa, Occasional Publications Series, No. 29. CIAT, Kampala, Uganda. 70p.
- Dropkin, V. H. 1989. Introduction to plant nematology. 2nd. Ed. John Wiley & Sons. 304p.
- Esparza-Martínez, J.H., Sánchez-López, V., Santamaría-César, E. y Pedroza-Sandoval, A. 2000. Caracterización y evaluación de calidad de la semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Chapingo serie Zonas Áridas. 1:71-79
- Financiera Rural. 2011. Semillas para Siembra de Maíz, Trigo, Sorgo y Frijol. Monografía de semillas, octubre 2011. 13p.
- Galindo, G.G. y H. Pérez T. 2003. Situación socioeconómica de los productores de frijol de temporal en Zacatecas. Terra Latinoamericana 2003 21(1): 137-147

- García-Gutiérrez, C., H. Medrano-Roldan, J. Morales-Castro, V. Hernández-Velázquez. 1999. Toxicological assessment of *Beauveria bassiana* against Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae). *Southwestern Entomologist* 24: 255-259
- Giesler, J. L., Ghabrial, A. S., Hunt, E.T., and Hill, H. J. 2002. Bean pod mottle virus. A Threat to U. S. soybean production. *Plant Disease* 86:1280-1289.
- Gergerich, R. C. 1991. Southern bean mosaic. 54 – 55. In: *Compendium of bean diseases*. (Ed. By R. Hall). The American Phytopathological Society Press. St. Paul, Mn, USA. 73p.
- Godfrey, L. D.; R. F. Long; R. M. Davis, C. A. Frate, B. B. Westerdahl, W. M. Canevari. 2010. UC IPM Pest Management Guidelines: dry beans. Publication 3446, University of California Agriculture and Natural Resources, UC Statewide Integrated Pest Management Program. 70p.
- Guerrero, R.E., M.J. Valdéz, K.F. Byerly y J.A. Meza. 1979. La conchuela del frijol y su combate en el Valle del Guadiana, Dgo. *Campo Agrícola Experimental Valle del Guadiana, Durango, México*. Folleto Técnico, 22p.

- Hampton, R. O. and Providenti, R. 1991. Cucumber mosaic. 49 – 50. In: Compendium of bean diseases. (Ed. By R. Hall). The American Phytopathological Society Press. St. Paul, Mn, USA. 73p.
- Hodgson, E. 2007. White grubs. Utah State University Extension. Utah pests fact sheet, ENT-104-107, 3p.
- Jasso C., C. y Martínez G., M. A. 2012. Guía para producir semilla mejorada de frijol con fertirriego en San Luis Potosí. Publicación especial Núm. MX-0-310305-15-03-17-14-02. Campo Experimental San Luis. Centro Regional del Noreste. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. San Luis Potosí. México 30p.
- Kabissa, J. y W.D. Fronk. 1986. Bean foliage consumption by Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) and its effect on yield. J. Kansas Ent. Soc. 59: 275-279.
- Knodel, J. 2009. North Dakota field crop insect management guide. North Dakota State University Extension. Publication E-1143, 212p.
- Michels Jr. G.J. y C.C. Burkhardt. 1981. Economic threshold of the Mexican bean beetle on pinto beans in Wyoming. J. Econ. Entomol. 74: 5-6.

- Morales, J. F. and Gámez, R. 1989. Beetle-transmitted viruses. P. 363-377. In: Bean production problems in the tropics. Second edition. (Eds. H.F. Schwartz and M. A. Pastor-Corrales). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 654p.
- Mukeshimana, G., Hart, L. P., and Kelly, J. D. 2003. Bean common mosaic virus and bean common mosaic necrosis virus. Extension Bulletin E-2894. Michigan State University. 2p.
- Osuna-Ceja E.S.; Padilla-Ramírez J. S.; Reyes M. L.; Martínez-Gamiño M.A. 2013. Effect of sowing system on grain yield of two dry vean varieties in Aguacalientes. Annual report of the Bean Improvement Cooperative, 56:149-150
- Paul, U. V., Hilbeck, A., & Edwards, P. J. (2010). Pre-harvest infestation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) in relation to bean pod maturity and pod aperture. *International Journal of Pest Management* 56: 41-50.
- Padilla-Ramírez J. S.; Osuna-Ceja E.S.; Acosta-Díaz E. 2008. Effect of sowing date on seed yield of early and late vean cultivars at the highlands of Mexico. Annual

report of the Bean Improvement Cooperative, 51:230-231.

Pastor-Corrales, M. A. and Tu, J. C. 1989. Anthracnose. 77 – 104. In: Bean production problems in the tropics. Second Edition. (Eds. H. F. Schwartz and M. A. Pastor-Corrales). Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia. 654 p.

Peairs, F.B. 2008. Western Bean Cutworm: Characteristics and Management in Corn and Dry Beans. Colorado State University Extension. Publication No. 5.538, 3p.

Reveles H., M.; Cid R., J. Á.; Velásquez V., R. y Reveles T., L. R. 2013a. Rendimiento de frijol Pinto Saltillo de punta de riego con aplicación de biofertilizantes en Zacatecas. Memoria XXIII Seminario Estatal de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario y VII Foro para la presentación de estrategias didácticas en el marco del PROFORDEMS.

Reveles H. M., Cid R., J. A., y Reveles T. L. R. 2013. Rendimiento de frijol alubia de punta de riego con aplicación de biofertilizantes en Zacatecas. Memoria del XXIII Seminario estatal de investigación y desarrollo tecnológico agropecuario y VII Foro para la

presentación de estrategias didácticas en el marco del PROFORDEMS. 15p.

Roman, C.M., A. Móras, M. de Oliveira, J.M. Pereira, M.A. Gularte, M.C. Elias. 2006. Alternative Methods to Chemical Control. In I. Lorini, B. Bacaltchuk, H. Beckel, D. Deckers, E. Sundfeld, J. P. dos Santos, J. D. Biagi, J. C. Celaro, L. R. D'A. Faroni, L.de O. F. Bortolini, M. R. Sartori, M. C. Elias, R. N. C. Guedes, R. G. da Fonseca, V. M. Scussel (eds.), Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection, 15 to 18 October 2006, Campinas, São Paulo, Brazil. Brazilian Post-harvest Association - ABRAPROS, Passo Fundo, RS, Brazil, 2006. pp 877-882.

Rosales R., S.; Cuellar R., E. I.; Nava B., C. A.; Guamán R., H.; Ibarra P., F. J. y Acosta G., J. A. 2012. Pinto centauro; variedad mejorada de frijol para el estado de Durango. Folleto Técnico Núm. 62, Campo Experimental Valle del Guadiana. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Durango. Dgo. México. 27p.

- Saettler, A. W. 1991. Halo blight. 30. In: Compendium of bean diseases. (Ed. By R. Hall). The American Phytopathological Society Press. St. Paul, Mn, USA. 73p.
- Schwartz, H. F. 1989. Halo blight. 285 – 301. In: Bean production problems in the tropics. Second Edition. (Eds. H. F. Schwartz and M. A. Pastor-Corrales). Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia. 654p.
- Schwartz, H. F. 1991. Anthracnose. 16 – 17. In: Compendium of bean diseases. (Ed. By R. Hall). The American Phytopathological Society Press. St. Paul, Mn, USA. 73p.
- Scott, H. A. 1991. Bean pod mottle. 44 – 45. In: Compendium of bean diseases. (Ed. By R. Hall). The American Phytopathological Society Press. St. Paul, Mn, USA. 73p.
- Schwartz, H. F., Franc, G. D., and Kerr, E. D. 1996. Dry bean production and pest management. Regional Bulletin 562 A. Colorado State University. Fort Collins, Colorado, USA. 106p.

- Silbernagel, M. J. 1991. Curly top. 50 – 51. In: Compendium of bean diseases. (Ed. By R. Hall). The American Phytopathological Society Press. St. Paul, Mn, USA. 73 p.
- Stavely, J. R. and Pastor-Corrales, M. A. 1989. Rust. 159 – 194. In: Bean production problems in the tropics. Second Edition. (Eds. H. F. Schwartz and M. A. Pastor-Corrales). Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia. 654p.
- Sutic, D. D., Ford, R. E., and Tomic, M. T. 1999. Handbook of plant virus diseases. CRC Press. Boca Raton, FL., USA. 553p.
- Van Schoonhoven, A., L. A. Gómez y A. Avalos. 1978. The influence of leafhopper (*Empoasca kraemeri*) attack during various bean (*Phaseolus vulgaris*) plant growth stages on seed yield. Ent. Exp. Appl. 23(2): 115-120.
- Velásquez, V. R. y González, G. N. 1991. Nematodos noduladores que atacan al cultivo del frijol en Zacatecas. Desplegable para Productores No. 4. Campo Experimental Zacatecas. Calera de V. R., Zacatecas, México.

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.

Zandate H., R. y Galindo G., G. 2006. Guía para la producción artesanal de semilla de frijol. Folleto para Productores Núm. 33. Campo Experimental Zacatecas. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Calera Zac. México. 28p.

REVISIÓN TÉCNICA Y EDICIÓN

Luis Roberto Reveles Torres

Manuel de Jesús Flores Nájera

INIFAP Zacatecas

DISEÑO DE PORTADA

Ing. José Ángel Cid Ríos

Grupo Colegiado del CEZAC

Presidente: Dr. Jaime Mena Covarrubias

Secretario: Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez

Comisión Editorial y Vocal: Dr. Alfonso Serna Pérez

Vocal: Dr. Guillermo Medina García

Vocal: Ing. Manuel Reveles Hernández

Vocal: Dr. Luis Roberto Reveles Torres

Vocal: Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de Diciembre en la Imprenta Mejía, Calle Luis Moya No. 622, C. P. 98500, Calera de V. R., Zacatecas, México.

Tel. (478) 98 5 22 13

Su tiraje constó de 500 ejemplares

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

DIRECTORIO

Dr. Francisco Gpe. Echavarría Cháirez **Director de Coordinación y Vinculación**

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
MC.	Nadiezhdá 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.	Miguel Servin Palestina *	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ing.	José Ángel Cid Ríos	Frijol y Garbanzo
Dr.	Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
MC	Valentín Melero Meraz	Frutales
Ing.	Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
Dra.	Raquel Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
MC	Mayra Denise Herrera	Inocuidad de Alimentos
MC	Juan José Figueroa González	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
MC.	Blanca I. Sánchez Toledano *	Socioeconomía

* Becarios

WWW.INIFAP.GOB.MX

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PECUA Y ALIMENTACIÓN



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias