

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DE FRIJOL EN ZACATECAS



GOBIERNO
FEDERAL

MÉXICO
2010

SAGARPA

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Jaime Mena Covarrubias
Rodolfo Velásquez Valle

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

Centro de Investigación Regional Norte Centro

Campo Experimental Zacatecas

Folleto Técnico No. 24

ISBN: 978-607-425-353-5

Agosto de 2010

25 Aniversario Ciencia y Tecnología para el Campo



Vivir Mejor

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

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

MC. Mariano Ruiz-Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez
Subsecretario de Desarrollo Rural

Dr. Pedro Adalberto González
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M.Sc. Arturo Cruz Vázquez
Coordinador de Planeación y Desarrollo

Lic. Marcial A. García Morteo
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. José Verástegui Chávez
Director de Planeación y Desarrollo

M.A. Jaime Alfonso Hernández Pimentel
Director de Administración

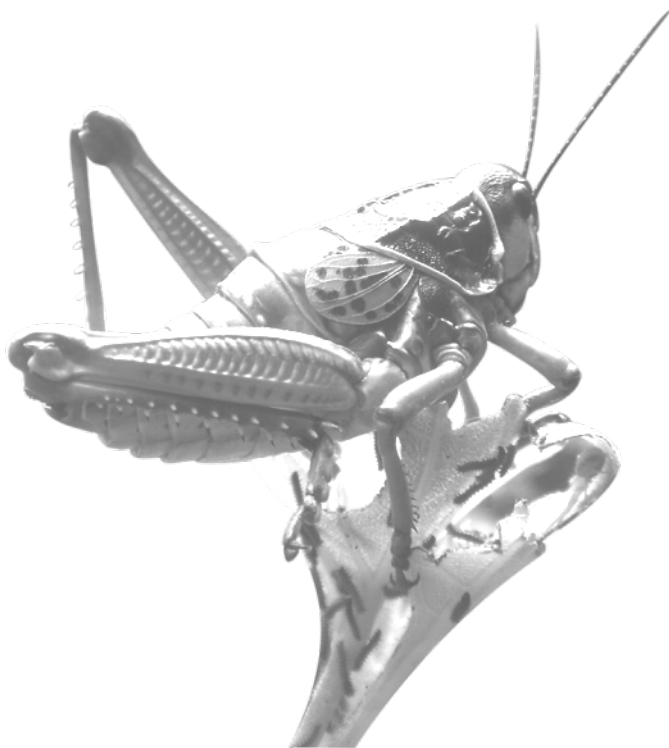
M.Sc. Agustín F. Rumayor Rodríguez
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD VEGETAL DE ZACATECAS

Ing. Ramón Ramírez Luján
Presidente

Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas

Jaime Mena Covarrubias¹
Rodolfo Velásquez Valle¹



¹Ph.D. Investigadores del Programa de Entomología y Fitopatología, respectivamente, en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y
Pecuarias

Progreso No.5, Barrio de Santa Catarina

Delegación Coyoacán

C.P. 04010 México, D.F.

Teléfono (55) 3871-7800

ISBN: 978-607-425-353-5

Primera Edición 2010

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:

Mena, C. J. y R. V. Velázquez, 2010. Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas. Folleto Técnico No. 24. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 83 p.

CONTENIDO

Página

Introducción	1
Estrategia de manejo integrado contra los insectos plaga del frijol	2
Minador del frijol, <i>Xenochalepus signaticollis</i> (Baly)	4
Conchuela del frijol, <i>Epilachna varivestis</i> Mulsant.....	9
Chicharrita del frijol, <i>Empoasca kraemeri</i> Ross y Moore ..	14
Chapulín gordiflón, <i>Brachystola magna</i> (Girard) y <i>Brachystola mexicana</i> Bruner	20
Gusano occidental trozador del frijol, <i>Striacosta albicosta</i> (Smith)	27
Gallina ciega, <i>Phyllophaga spp</i>	34
Estrategia de manejo integrado contra enfermedades de frijol	39
Antracnosis (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> [(Sacc. & Magnus) Lams.-Scrib.].....	40
Roya o chahuixtle [<i>Uromyces appendiculatus</i> (Pers.:Pers.) Unger].....	45
Tizón de halo [<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> (Burkholder) Young et al.].....	49
Tizón común [<i>Xanthomonas phaseoli</i> (Smith) Dowson] ...	55
Pudriciones de la raíz (<i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Thielaviopsis</i> , <i>Sclerotium</i> , <i>Aphanomyces</i> , <i>Phymatotrichopsis</i> y <i>Macrophomina</i>).....	61
Nematodos formadores de agallas (<i>Meloidogyne</i> y <i>Nacobbus aberrans</i>)	68
Enfermedades virales	72
Literatura citada	78

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DE FRIJOL EN ZACATECAS

Introducción

El cultivo de frijol en Zacatecas es una piedra angular en el sector agropecuario del estado por ser el cultivo en el que se siembra la mayor superficie, por ser el estado el primer productor de grano a nivel nacional, y por la gran cantidad de productores que se dedican a esta actividad. Las plagas son un factor limitante que se presenta año con año e incrementan el riesgo de pérdidas, ya sea por el daño directo que ocasionan al cultivo, o bien, por la cantidad de recursos económicos que el productor debe invertir para su control, especialmente si el cultivo es bajo condiciones de temporal.

Hoy más que nunca es clave ser eficiente con el recurso económico que se invierte en el negocio agropecuario; el objetivo es obtener la mayor cantidad de ganancia por cada peso invertido. Para aplicar este enfoque en el manejo de las plagas y enfermedades que afectan al cultivo del frijol en Zacatecas, se requiere cumplir dos requisitos indispensables: 1) detectar cuando se tiene una población que puede ocasionar un daño económico, y 2) utilizar una estrategia de control

efectiva que permita minimizar las pérdidas con el menor costo posible.

Una herramienta que permite alcanzar el objetivo anterior es el Manejo Integrado de Plagas (MIP). El manejo integrado de plagas es una estrategia que trata de mantener las plagas y enfermedades de un cultivo en niveles que no causen daño económico, utilizando preferentemente los factores naturales adversos a su desarrollo, incluidos los factores de mortalidad natural, y sólo en última instancia se recurre al uso de plaguicidas como medida de emergencia.

Estrategia de manejo integrado contra los insectos plaga del frijol

Existe un gran número de insectos que se pueden encontrar asociadas al frijol; a nivel mundial se estima que hay más de 200 especies de insectos que en algún momento pueden actuar en detrimento de la producción; sin embargo, su sola presencia en el cultivo no les da la connotación de plaga, concepto que involucra el aspecto económico. Es decir, se considera plaga en un cultivo aquel insecto que, además de estar presente, causa un daño de importancia económica.

El conocimiento de las plagas implica el reconocimiento en las zonas productoras, la identificación apropiada de cada una de las fases de los insectos dañinos y benéficos presentes en el cultivo, el conocimiento de los hospedantes, la biología, los hábitos, la ecología, la distribución y dinámica de las poblaciones, las épocas críticas del daño y su relación con agentes abióticos (temperatura y precipitación, principalmente) y bióticos (enemigos naturales). Solo hasta después de que se tiene esta información se decide el o los métodos de control para reducir la población del insecto plaga presente; entre mayor sea la información obtenida en los aspectos anteriores, mejor será la estrategia MIP que se implemente para manejar sus poblaciones. El MIP utiliza la mayor cantidad de tácticas de control posibles, de la manera en que se tenga la mayor sinergia entre las mismas. Los métodos más comunes son el control cultural, biológico, químico y uso de variedades resistentes, entre otros.

En México se han registrado 60 artrópodos plaga en frijol: 59 insectos, y un ácaro, en Zacatecas solamente 12 alcanzan el nivel de plaga de importancia económica para este cultivo. A continuación, se presentan los insectos plaga de mayor importancia económica para el cultivo de frijol en Zacatecas, así como la estrategia MIP para su manejo.

Minador del frijol, *Xenochalepus signaticollis* (Baly)

El minador es uno de los tres insectos plaga de mayor importancia económica que afecta la producción del frijol de temporal en varias regiones del Distrito de Desarrollo Rural de Río Grande, Zacatecas.

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; el resto del cuerpo es de color negro-azuloso brillante, su apariencia es rugosa, con surcos longitudinales y toda su superficie cubierta de horadaciones (Figura 1a). Los huevos son aplanados, blancos, ovales (Figura 1b); son depositados en el envés de las hojas, alineados como tejas en grupos de tres a cinco (Figura 1d), tienen algunas prolongaciones en forma de espina, son pegados con excremento, por lo que su coloración externa es oscura (Figura 1c). 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, el escudo protorácico, las patas y la placa anal, las cuales son áreas casi negras; bien desarrolladas miden unos 9 mm de largo (Figura 1e). La pupa es lisa, con la cabeza parcialmente

visible desde arriba, es de color amarillo-naranja, y su tamaño es un poco más pequeño que la larva (Figura 1f).

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 (Figura 1h); en tanto las larvas se alimentan internamente de la hoja (del parénquima y la savia que escurre de los puntos de alimentación) formando una mina o ampolla, al principio esa mina es de color claro y posteriormente se torna de un color café, a medida que los tejidos se secan (Figura 1g).

Época crítica de daño: en las primeras fases de desarrollo del frijol (Figura 1h) y durante el llenado de vainas (Figura 1i), se tienen las dos épocas más críticas de daño por esta plaga; en ambos casos se debe a la alimentación de los adultos. Aunque el daño de la larva elimina parte del follaje (Figura 1g), ese daño coincide con la etapa de crecimiento vegetativo más vigoroso de la planta, y por tanto, es menos importante.

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. Los muestreos se deben de realizar dos veces por

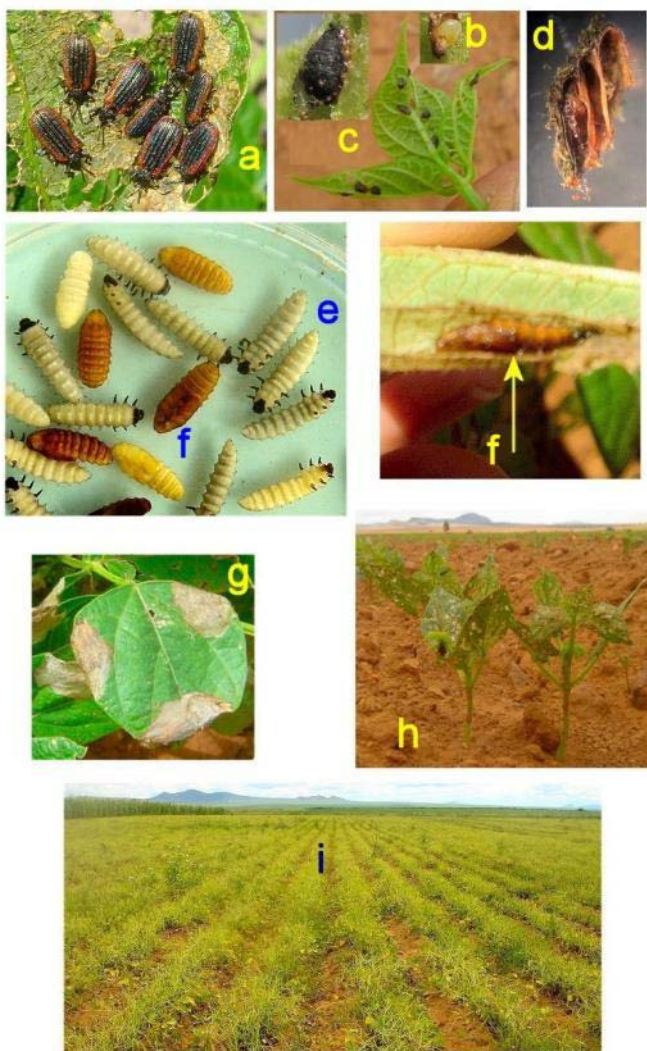


Figura 1. Minador del frijol: adultos (a), vista interna de un huevo (b), vista externa de una masa de huevos (c), sección transversal de una masa de huevos (d), larvas (e), pupas (f), daños al follaje por las larvas (g), daños al follaje por los adultos al inicio del ciclo (h), daños al follaje por los adultos de verano (i).

semana al inicio del ciclo de cultivo y previo a la emergencia de la segunda generación de adultos (primera quincena del mes de agosto), con el fin de detectar con oportunidad los incrementos poblacionales súbitos. 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.

Aspectos clave de su biología y ecología: los adultos del minador son los que invaden año con año los campos de frijol. Hay dos generaciones de adultos, aunque los de la segunda generación ya no se reproducen, si se alimentan vorazmente durante varios días, y son los que pasan el invierno en lugares protegidos fuera de los campos cultivados.

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. Debido a que en la segunda generación de adultos se tienen las mayores poblaciones de minador durante el ciclo, es fundamental estimar con precisión cuando ocurrirá la emergencia de los mismos (ver la sección de muestreo descrita con anterioridad), ya que son capaces de defoliar el cultivo en unos cuantos días, y esa defoliación ocurre en una de las etapas del cultivo mas

sensibles a pérdidas en rendimiento: la formación y llenado de vainas.

Control cultural: los frijoles rizados (plantas que emergen al inicio de las lluvias de 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 biológico: las larvas y pupas del minador son atacadas por avispas parasitoides nativas y para fortalecer su impacto hay que evitar hacer aplicaciones de insecticidas no selectivos; además, se está en proceso de validar la efectividad del hongo *Beauveria bassiana* para eliminar los adultos de este insecto plaga.

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. Como los adultos se alimentan preferentemente por el haz de las hojas del estrato superior de las plantas, son un blanco fácil de controlar. El control de las larvas es un poco más complicado ya que se alimentan dentro de la hoja, lo cual las protege, parcialmente, contra los insecticidas de contacto, y como no se alimentan directamente de los haces vasculares, los insecticidas sistémicos tienen una acción limitada contra

ellas; el dimetoato tiene buenos resultados contra las larvas del minador.

Conchuela del frijol, *Epilachna varivestis* Mulsant

La conchuela del frijol, o borreguillo, es otro de los insectos plaga de mayor importancia económica que ocasiona pérdidas en rendimiento en prácticamente todas las zonas productoras de frijol en Zacatecas, especialmente bajo condiciones de temporal, o en frijoles de riego que se siembran en fechas tardías.

Identificación: este insecto tiene metamorfosis completa, con los estados de adulto, huevo, larva y pupa bien definidos. 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 (Figura 2a); los machos son ligeramente más pequeños que las hembras y se distinguen de éstas por tener ventralmente una pequeña hendidura en el último segmento abdominal; los adultos que colonizan el cultivo a principios del verano son de color café cobrizo (Figura 2a), en tanto que los de la segunda generación son de un color amarillo cremoso a naranja (Figura 2b). Los huevos son alargados, más anchos en la parte media y terminados en punta, de color amarillo pálido a amarillo naranja, y miden aproximadamente 1.3 mm de largo por 0.6 mm de ancho



Figura 2: Conchuela del frijol: adulto invernante (a), adulto de verano (b), masa de huevos (c), larvas recién nacidas (d), larvas bien desarrolladas y sus daños al follaje (e), pupa (f), larva y adulto con daños al follaje (g), control biológico con chinches de la familia Pentatomidae (h).

(Figura 2c). Las larvas son de color amarillo, tienen el cuerpo cubierto por seis hileras de espinas ramificadas con la punta de color negro; recién nacidas miden 1.6 mm de largo (Figura 2d) y bien desarrolladas alcanzan los 9 mm (Figura 2e). La pupa es amarilla, sin espinas y casi del tamaño y la forma del adulto; permanece fijada al envés de la hoja por la parte terminal del abdomen (Figura 2f).

Daños: larvas y adultos se alimentan de las hojas, flores y vainas en formación, aunque el daño más importante es sobre las hojas; normalmente se alimentan sobre la superficie de los tejidos de la hoja, por el envés, sólo dejan las nervaduras y parte de la epidermis; el tejido que queda rápidamente muere y se torna café (Figura 2g). 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. La pérdida de follaje durante las primeras semanas de desarrollo de la planta también es clave para la disminución en la cosecha. Normalmente, el mayor riesgo de defoliación por conchuela del

frijol ocurre a partir de la floración, excepto en años cuando hay poblaciones elevadas de este insecto plaga al inicio del cultivo.

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, 25 y 30-35% 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).

Aspectos clave de su biología y ecología: el cultivo de frijol es colonizado primeramente por los adultos que emigran de sus sitios de hibernación, generalmente una vez que inician las lluvias de verano. Las hembras se alimentan de una a dos semanas antes de iniciar la puesta de las masas de huevos, las cuales constan en promedio de 45 a 70 huevos por masa, en total cada hembra puede poner desde 300 hasta 600 huevos durante su vida (cuatro a seis semanas); sin embargo, las hembras de la segunda generación sólo ponen 5 al 10% de

los huevos antes de hibernar (Armenta *et al.*, 1978). Se requieren 68.1, 200.6 y 89.4 unidades calor, con una temperatura base de 11.5°C, para que se complete el desarrollo del huevo, la larva y la pupa de la conchuela del frijol, respectivamente; el tiempo generacional (huevo a adulto) requiere de 358.1 unidades calor (Armenta *et al.*, 1978). Las larvas sólo se desplazan en promedio de 26 a 28 cm durante todo su desarrollo, por lo que no son un factor importante en la colonización de un cultivo.

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 cultural: identificar y hacer menos favorables los sitios de hibernación en las cercanías del cultivo reduce las poblaciones de adultos que colonizarán el cultivo al siguiente ciclo; existen variedades de frijol más tolerantes al daño de conchuela.

Control biológico: hay varias especies nativas de insectos depredadores que se alimentan de los huevos, larvas (Figura 2h) 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 y se puede comprar en algunas casas de agroquímicos.

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. A medida que tiene más follaje la planta de frijol, es más ineficiente la aplicación de insecticidas, debido a que los productos tienen que entrar en contacto con el insecto, y éste normalmente se encuentra en el envés de las hojas, y una aplicación con aspersora de aguilón normalmente coloca la mayor parte del producto sobre el haz de las hojas en el tercio superior del follaje de la planta.

Chicharrita del frijol, *Empoasca kraemeri* Ross y Moore

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.

Identificación: este insecto tiene tres fases de desarrollo que son adulto, huevo y ninfa. 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 (Figura 3a). Los huevos son ovalados, alargados, de color blanco hialino y miden de 0.6 a 0.8 mm de longitud (Figuras 3b y 3c). 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 (Figura 3d).

Daños: lo realizan tanto las ninfas como los adultos al succionar la savia de las hojas, las venas se decoloran a los dos días, luego se produce un amarillamiento de los bordes y la punta de los folíolos que avanza hacia la nervadura central; posteriormente, las hojas se deforman y enrollan hacia abajo (Figuras 3e y 3f); estas áreas cloróticas se vuelven necróticas e incluso puede haber defoliación en infestaciones fuertes; todo este proceso se lleva a cabo de cuatro a cinco días. Achaparramiento, reducción del crecimiento entre nudos, 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.

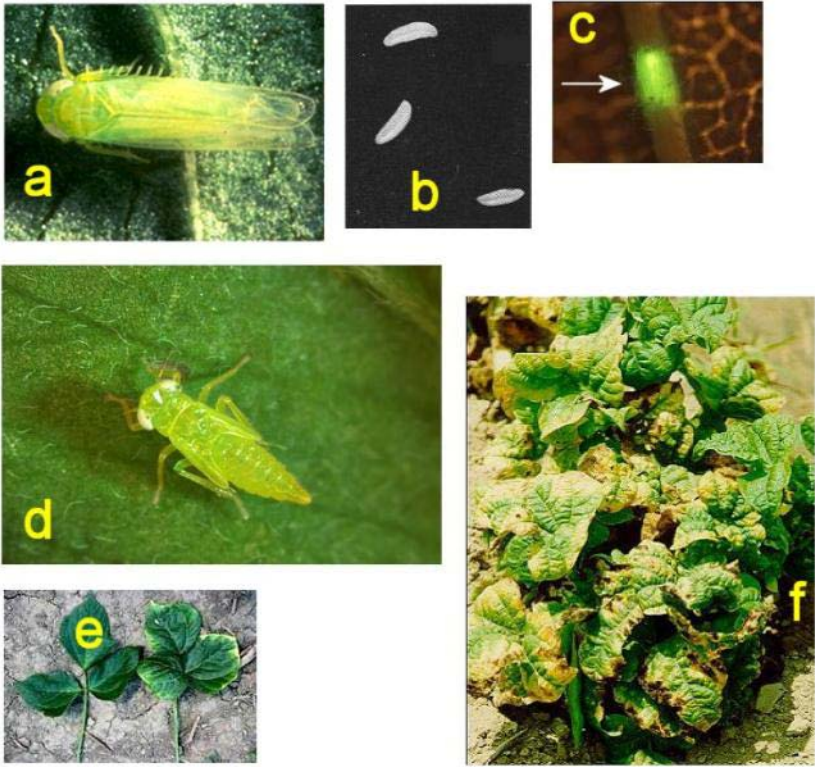


Figura 3. Chicharrita del frijol: adulto (a), huevos (b), huevo puesto en la nervadura (c), ninfa (d), hoja sana comparada con una dañada por chicharrita (e), plantas con síntomas del daño por este insecto plaga (f).

Estos síntomas resultan de la combinación de un daño mecánico que es iniciado por la chicharrita al introducir su estilete, daño que luego es exacerbado por una toxina que inyecta al momento de alimentarse, con lo que se bloquea el floema y se distorsiona el xilema, además de que hay

acumulación de fotosintatos arriba del punto de bloqueo, lo que ocasiona fitotoxicidad. 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. Esta plaga puede iniciar su ataque inmediatamente después de la germinación.

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. En cambio, si las poblaciones altas de chicharrita se presentan a fines del ciclo de cultivo, la etapa de floración y formación de vainas es la más sensible al daño. 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. Si hay alta humedad en el cultivo, no se sugiere el uso de la red entomológica para el muestreo de adultos, pues existe un riesgo alto de dispersar enfermedades bacterianas. 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.

Aspectos clave de su biología y ecología: tanto las ninfas como los adultos son muy activos, se mueven rápidamente hacia delante, para atrás o lateralmente. La hembra ovípara en el envés de las hojas y en los peciolos, introduce dichos huevos dentro del tejido vegetal, la mayoría de los cuales son colocados en la unión de las nervaduras y la lámina foliar (Figura 3c); se requieren 6.9 días, a 25°C, para la eclosión de los huevos. Las ninfas de *E. kraemeri* no obstante de ser

móviles, tienden a permanecer quietas en un mismo lugar de la hoja, preferentemente en los ángulos que forman las nervaduras al unirse. La ninfa pasa por cinco instares, los cuales pueden diferenciarse por el tamaño de su capsula cefálica, el cual es de 0.29, 0.37, 0.47, 0.58 y 0.70 mm de ancho para el primero, segundo, tercero, cuarto y quinto instar, respectivamente. Se requieren en promedio 8.5 días, a 25°C para que se complete el desarrollo de la ninfa, de los cuales, 1.5, 1.3, 1.4, 1.6 y 2.7 días son para el primero, segundo, tercero, cuarto y quinto instar, respectivamente. Los adultos viven en promedio 42.4 días a la temperatura antes mencionada, tienen un período de preoviposición de tres días. Durante cinco semanas ponen en promedio de 70 a 80 huevos, a una tasa de 3.28 huevos/día los primeros 10 días, en las siguientes tres semanas cae a 2.13 huevos/día, y a los 40 días ya no hay puesta de huevos (Segnini y Montagne, 1986).

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*.

Control biológico: aunque se ha reportado una gran cantidad de enemigos naturales, desde parasitoides de huevos hasta depredadores de ninfas y adultos, su impacto en las infestaciones de la chicharrita del frijol no está bien definido.

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); lo cual se agudiza por el comportamiento que tienen las ninfas de permanecer en el envés de las hojas.

Chapulín gordiflón, *Brachystola magna* (Girard) y *Brachystola mexicana* Bruner

Insecto plaga para muchas zonas productoras de frijol en el estado de Zacatecas, desde Río Grande hasta Villanueva, especialmente en áreas cultivadas que colindan con

agostaderos, aunque no todos los años es un problema de importancia económica.

Identificación: los chapulines pasan por tres fases de desarrollo bien definidas que son adulto, huevo y ninfa. Los adultos se caracterizan por ser grandes y robustos (miden de 45 a 60 mm de largo), carecen de alas bien desarrolladas, son de colores llamativos, normalmente con bandas de color verde, café, amarillo y/o naranja. La manera más sencilla de separar estas dos especies de chapulín está en el color de los cojinetes alares (tegminas), los cuales son de color rosa con manchas negras en *B. magna* (Fig. 4a), y de color claro con rayas negras en *B. mexicana* (Fig. 4b). El huevo es de color café oscuro, alargado y mide en promedio 10 mm de largo por 2.5 mm de ancho (Fig. 4c); es uno de los huevos más grandes de las especies de chapulines que existen en México, ya que es al menos dos veces más largo y ancho que los huevos de las especies de *Melanoplus*. Las ninfas recién nacidas de *B. mexicana* son de color café amarillento que contrasta con el color negro de los ojos (Fig. 4d), en las siguientes 24 horas adquiere un color café oscuro con áreas de color más claro; los siguientes estadíos ninfales adquieren diferentes tonalidades de verde, café, o naranja (Figuras 4e y 4f).

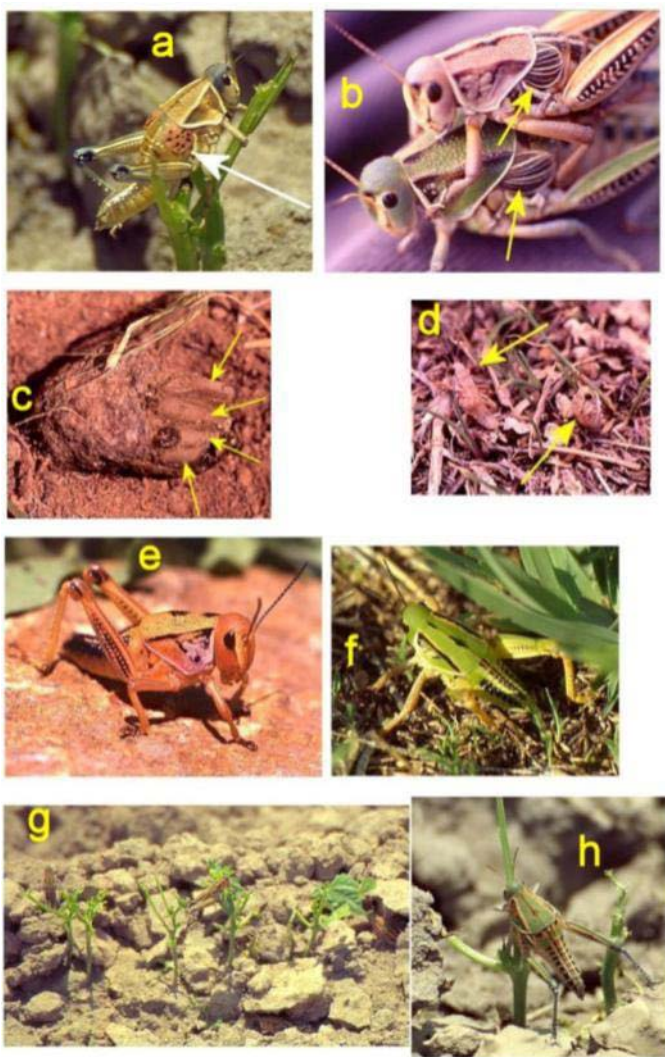


Figura 4. Chapulín gordiflón: adulto de la especie *Brachystola magna* (a), adulto de la especie *Brachystola mexicana* (b), masa de huevos (c), ninfas de primer instar emergiendo del suelo (d), ninfa bien desarrollada de color naranja (e), ninfa bien desarrollada de color verde (f), daños en frijol (g), acercamiento al daño ocasionado en plantas de frijol (h).

Daños: el chapulín gordinflón se alimenta preferentemente en plantas de hoja ancha, y el frijol es una de sus hospederas preferidas; en el agostadero no es un insecto plaga porque no se alimenta del pasto. La destrucción de la lámina foliar es el daño típico de este insecto, y cuando lo hacen los estados ninfales más desarrollados o los adultos, sólo dejan la base de los peciolos de las hojas o los tallos de la planta (Figuras 4g y 4h). Un adulto puede consumir diariamente más de 12 cm² de área foliar de frijol. Debido a su tamaño y voracidad, un adulto joven del chapulín gordinflón por m² equivale a tener 11 adultos jóvenes del chapulín migratorio, *Melanoplus sanguinipes* (Pfadt, 1994).

Época crítica de daño: la invasión de las plantaciones de frijol ocurre normalmente durante la última semana de julio o la primera quincena de agosto, lo cual coincide con la floración del cultivo, que es una de las fases más sensibles del frijol a la defoliación, y aún más grave si se considera que el chapulín se encuentra en su último instar ninfal o la fase adulta, que son las más voraces. Existe una pequeña proporción de lotes de frijol que están prácticamente inmersos en los agostaderos, y ahí se tienen infestaciones de chapulín desde que empieza la emergencia de las plantas, lo cual incrementa más el riesgo de pérdida total del cultivo (Mena, 2009).

Muestreo y umbrales de control: se sugiere revisar las plantas de frijol en un metro lineal de surco para contar la cantidad de chapulines presentes en cada planta; por lote se deben de escoger de manera aleatoria al menos diez sitios; si la parcela de frijol se encuentra cerca de un agostadero, el muestreo se debe concentrar en los surcos cercanos a éste. Aunque no se tiene definido el umbral económico para el chapulín gordinflón en frijol, se puede considerar de manera preliminar que de 0.5 a 1 chapulín por m² durante la floración ocasionan daños de importancia económica.

Aspectos clave de su biología y ecología: es un insecto bianual, ya que sus huevos necesitan dos años para eclosionar; el inicio de las lluvias marca el comienzo de sus actividades al propiciar la eclosión de los huevos. Los adultos aparecen durante la primera decena del mes de agosto; ponen la mayor parte de sus huevos en los meses de septiembre y octubre, en masas de forma oval que contienen de 20 a 35 huevos. Pasa por cinco estadios ninfales que requieren de unos 45 días para su desarrollo. Son caníbales, especialmente de individuos débiles o enfermos. Este insecto se desarrolla en los agostaderos, y la migración hacia los campos de cultivo ocurre cuando el chapulín se encuentra en el quinto instar ninfal, en concentraciones de más de 80 chapulines por m². Gordolobo (*Helianthus petiolaris*), diente de león (*Taraxacum*

officinale) y lechuguilla (*Sonchus oleraceus*) son algunas especies de plantas silvestres preferidas por el chapulín gordinflón. Se alimenta de varias especies de hoja ancha presentes en los agostaderos, muchas de ellas no preferidas por el ganado vacuno o caballar, por lo que tiene un impacto benéfico en el agostadero (Mena, 2009).

Oportunidad de control: eliminar los insectos durante los primeros tres o cuatro instares de desarrollo es la estrategia de manejo contra el chapulín gordinflón, lo cual implica, en la mayoría de los casos, dirigir las acciones de control en los agostaderos. Localizar los sitios de emergencia del chapulín es clave para hacer más eficiente esta estrategia. El muestreo de las poblaciones de este insecto durante las primeras tres semanas del mes de julio permite tomar decisiones de manejo antes de que se tengan pérdidas en los cultivos. Como es un insecto bianual, hay mayor probabilidad de que se tengan poblaciones elevadas al segundo año después de que se presentó un verano con una gran cantidad de chapulines.

Control cultural: las hembras del chapulín gordinflón prefieren los suelos sin disturbar para poner sus huevos, por lo que el barbecho es una opción de manejo; sin embargo, las mayores poblaciones de este insecto se desarrollan en los agostaderos o áreas donde es difícil llevar a cabo esta actividad, lo que limita su efectividad.

Control biológico: hay una gran cantidad de aves, mamíferos y reptiles que se alimentan de estos chapulines, pero su impacto es mínimo en años de grandes poblaciones. Hay depredadores, como los escarabajos botijones, las larvas de los cuales se alimentan de las masas de huevos, y son bastante comunes en muchas áreas en Zacatecas (Mena, 2009); otros insectos depredadores incluyen avispas, moscas ladronas, y escarabajos de la familia Carabidae. Dentro de los entomopatógenos, los nemátodos infestan el estado adulto y reducen su actividad; el hongo *Entomophthora grylli* en años cálidos y húmedos mata una gran cantidad de chapulines; el hongo *Beauveria bassiana* también reduce las poblaciones de este insecto, al igual que el protozoario *Nosema locustae* (Mena, 2009); estos últimos dos organismos pueden ser aplicados de manera comercial y así incrementar su efectividad. Los años frescos y húmedos son poco favorables para el desarrollo de las poblaciones de chapulín.

Control químico: en situaciones de emergencia, la única opción que puede detener una inminente infestación de chapulín gordinflón en un cultivo de frijol es el uso de insecticidas como los sugeridos anteriormente para el control del minador.

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

Este insecto plaga es de gran importancia económica para muchas de las zonas productoras de frijol en el Distrito de Desarrollo Rural de Río Grande, Zac., ya que se alimenta de las semillas durante la fase de llenado de grano y concentra su daño una vez que las plantas son aborregadas en el campo. Aunque hay otras especies de gusanos que se alimentan de las vainas de frijol, esta especie es la que ocasiona más del 90% de las pérdidas; le sigue en importancia el gusano soldado (*Pseudaletia unipuncta*, Haworth), el cual sólo es importante cuando un predio de frijol está junto a uno que fue sembrado con cereales; finalmente, el gusano trozador jaspeado, *Peridroma saucia* (Hübner) y gusanos del género *Spodoptera* están presentes también, pero en poblaciones bajas.

Identificación: los adultos del gusano occidental trozador del frijol son palomillas de color café que miden en promedio 2 cm de largo, y 3.8 cm 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 (Figura 5a). Los huevos son de forma oval, un poco más grandes que la cabeza

de un alfiler, recién puestos son de color blanco con un anillo delgado de color rojo alrededor de la punta, dos días después adquieren un color canela, y a los cinco días son de color púrpura o negros, justo antes de eclosionar (Figura 5b). Las larvas recién nacidas son de un color naranja opaco con la cabeza negra, cuando están bien desarrolladas llegan a medir 3.8 cm 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 (Figura 5c). Las pupas son de color café oscuro, lisas y están enterradas en el suelo (Figura 5d).

Daños: las larvas jóvenes se alimentan del follaje tierno y las flores, pero su daño no es importante. Las pérdidas económicas son ocasionadas por las larvas grandes, ya que éstas se alimentan de los granos en formación (Figuras 5e y 5f) y pueden continuar esa actividad incluso después de que se corta y “aborrega” el frijol.



Figura 5. Gusano occidental trozador del frijol: adulto (a), masa de huevos (b), larvas bien desarrolladas (c), pupas (d), vainas con daños (e), larva dentro de una vaina (f), control biológico con el depredador *Calosoma* spp (g).

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, y ese riesgo de daño se incrementa en los meses de septiembre y octubre.

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, y se termina dos semanas después de que se ha observado el pico poblacional de adultos en las trampas con feromona. De manera preliminar se tiene definido que si el promedio de las palomillas capturadas en las dos trampas, desde el inicio de las primeras palomillas capturadas hasta el pico poblacional, son menos de 700 insectos, entonces hay un riesgo bajo de daños al cultivo; si el promedio anda entre 700 y 1000 palomillas capturadas, el riesgo de daño es intermedio, y hay que aplicar un insecticida si se observan

daños en las vainas a las tres semanas después del pico poblacional; finalmente, si el promedio de captura es mayor a 1000 insectos, el riesgo de daños es alto, y ese riesgo es mayor a medida que se incrementa el número de palomillas atrapadas en las trampas (Hein *et al.*, 2010).

Si no se tienen trampas con feromona, se puede estimar el 25, 50 y 75% de la emergencia de los adultos del gusano occidental del frijol, los cuales ocurren a las 825, 889 y 960 unidades calor, respectivamente, contabilizadas a partir del primer día del mes de mayo, utilizando como temperatura umbral 10°C. El muestreo de las 100 plantas de frijol (utilizando el método arriba expuesto) se debe de iniciar cuando se acumulen las 825 unidades calor; y si hay necesidad de hacer una aplicación de insecticida, ésta se sugiere hacerla entre los 10 a 20 días después de que se acumularon las 889 unidades calor. De manera preliminar se considera que hay que controlar este insecto plaga cuando se encuentre una larva por cada 30 cm de surco en frijol de temporal (Peairs, 2008).

Aspectos clave de su biología y ecología: el gusano occidental trozador del frijol tiene una generación por año; inverna en el suelo como larvas bien desarrolladas a una profundidad de 8 a 20 cm, las cuales pupan durante el mes de mayo y principios de junio. Las palomillas emergen entre mediados de julio y

principios de agosto, son activas durante la noche y atraídas por la luz. Ponen sus huevos en el envés de las hojas del frijol, en masas con un promedio de 80 a 100 huevos, especialmente en la parte inferior de las plantas y en áreas con gran concentración de follaje. Las larvas que nacen de estas masas de huevos pueden infestar las plantas vecinas en un radio de 3 a 4 metros, no son de hábito caníbal. Las larvas son activas durante el día, y cuando alcanzan un tamaño de 1.2 cm se vuelven nocturnas, a menos que los días sean nublados, por lo que en días soleados, las larvas se encuentran enterradas en el suelo, cerca de la base de las plantas; pasan por 6 a 7 estadíos durante un período de 30 a 35 días. El daño a las vainas se presenta tres semanas después del pico poblacional de adultos colectados en las trampas con feromona. También puede atacar al cultivo del maíz, el cual es preferido sobre el frijol, especialmente previo a la etapa de espiga.

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 mas crítico de daños, los cuales deben ser considerados como piedras angulares en la toma de decisiones para el manejo del gusano occidental trozador del frijol.

Control cultural: se desconoce que 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 avispidas 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 (Figura 5g).

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.

Gallina ciega, *Phyllophaga spp*

La gallina ciega es un insecto plaga que últimamente, en particular en el año 2009, ocasionó daños considerables, tanto en frijol como maíz, y en muchos casos, fue de pérdida total, ya que las larvas bien desarrolladas destruyen todo el sistema de raíces de la planta en el transcurso de unos cuantos días.

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, y tienen el pronoto y la base de los élitros con sedas largas y erectas (Figuras 6a y 6b). Los huevos son brillantes, color blanco lechoso, de forma oval cuando son recién puestos, pero se vuelven más esféricos al absorber agua del suelo y su color se vuelve gris pálido; miden en promedio 1.5 mm de largo (Figura 6c). 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, transversalmente tienen la piel arrugada, cubierta con setas cortas de color café, su cuerpo tiene una forma de C, y pueden medir hasta 2.5 cm de largo (Figura 6d). La pupa presenta las alas en desarrollo y

las patas pegadas al cuerpo, es de un color café crema a café amarillo oscuro, y mide casi lo mismo que el adulto (Figura 6e).

Daños: los daños son causados por las larvas al alimentarse de las raíces de las plantas en desarrollo, especialmente las larvas que están al final del segundo y tercer instar. Es común encontrar plantas con todo el sistema radicular destruido en el mes de septiembre a octubre (Figura 6g). Los síntomas que presenta una planta afectada por gallina ciega es un follaje amarillento (Figura 6f), que posteriormente se vuelve marchito, para finalmente secarse, especialmente si las condiciones son cálidas y secas.

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, o bien al oscurecer buscar dichos adultos sobre el terreno o los árboles que estén en las orillas del terreno. 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).

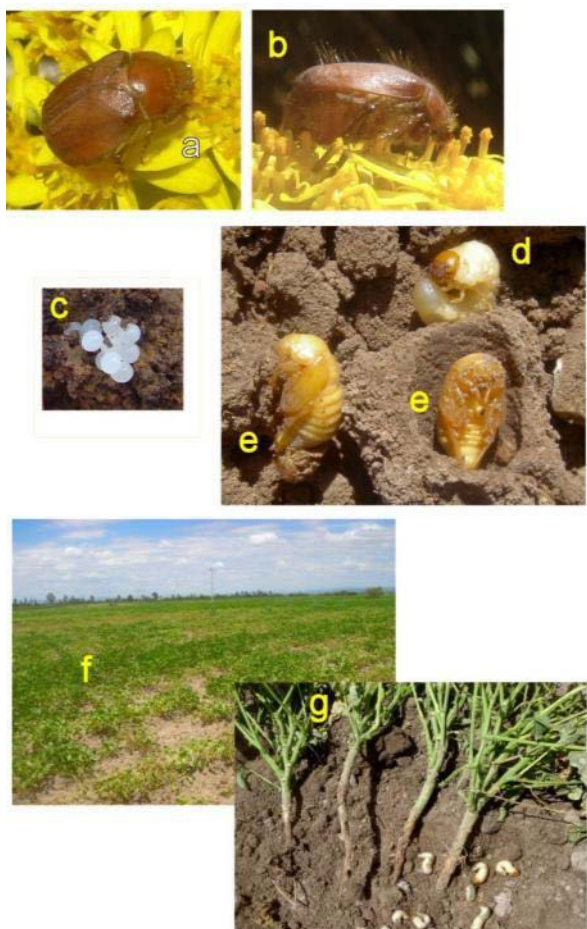


Figura 6. Gallina ciega: vista dorsal (a) y lateral (b) del adulto, huevos puestos en el suelo (c), larva (d), pupa (e), vista de un cultivo con daños de gallina ciega (f), y acercamiento al daño en planta por esta plaga (g).

Aspectos clave de su biología y ecología: los adultos son de hábitos nocturnos, fuertemente atraídos a las luces, su período de actividad ocurre entre las 8 y las 10 de la noche, tiempo de verano. Los huevos son puestos cerca de la superficie del suelo, y tienen un período de incubación de 7 a 12 días. La larva pasa por tres instares, cuya duración promedio es de 33, 42 y 101 días, respectivamente; son caníbales durante todo su ciclo (Aragón *et al.*, 2005). La pupa requiere en promedio un mes para su desarrollo (Aragón *et al.*, 2005). Pasa el invierno como larva bien desarrollada a una profundidad de 10 a 15 cm de profundidad; la fase de pupa ocurre entre finales de marzo y abril, y los adultos son activos desde finales de abril y mayo. Los daños se presentan en manchones a través de todo el terreno.

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

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. Sin embargo, en el otoño, es común tener una gran

cantidad de pájaros que andan justo atrás de los tractores, por lo que puede ser un punto a favor de hacer esta práctica en el otoño; normalmente a principios de la primavera no se observan esos pájaros en la región. Otra alternativa es usar trampas de luz para atrapar a los adultos, desde finales de abril y en el mes de mayo, 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); estos dos insecticidas pueden utilizarse para el

control químico de las larvas (Hodgson, 2007). Lo ideal es aplicar cuando se tienen las larvas de primer instar, las cuales son más susceptibles al insecticida y se encuentran más cerca de la superficie del suelo.

Estrategia de manejo integrado contra enfermedades de frijol

En Zacatecas el cultivo del frijol se ve afectado cada año por diversas enfermedades que limitan su potencial de rendimiento. La mayoría de las variedades de frijol comúnmente usadas en el Estado son susceptibles a una o más enfermedades y algunas prácticas culturales comunes en el área productora de esta leguminosa de Zacatecas tienden a incrementar la severidad de esas enfermedades por lo que al ocurrir condiciones favorables para los organismos responsables de las enfermedades se presentan epidemias cuya severidad es diferente en cada parcela y de año a año.

En el estado las principales enfermedades que afectan el cultivo del frijol son la antracnosis, la roya o chahuixtle, el tizón de halo, el tizón común, las pudriciones de la raíz y los nematodos formadores de agallas en la raíz. Ocasionalmente otras enfermedades como la cenicilla, moho blanco o el virus del mosaico común llegan a ocasionar epidemias severas. En

esta contribución **se proporciona solamente una guía** para la identificación y manejo de las principales enfermedades de frijol en Zacatecas; cada productor debe realizar los cambios necesarios para combatir con éxito las enfermedades que afectan este cultivo.

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

Esta enfermedad es causada por un hongo cuyo nombre es *Colletotrichum lindemuthianum*, [(Sacc. & Magnus) Lams.-Scrib] se le encuentra en la mayoría de las áreas productoras de frijol de México. En Zacatecas su presencia se ve limitada por condiciones ambientales muy específicas que solamente en algunos años se presentan.

Descripción de la enfermedad: la enfermedad puede dañar todas las partes aéreas de la planta aún los cotiledones pueden presentar pequeñas lesiones de color café oscuro a negro. Sin embargo es más común que las primeras lesiones se puedan descubrir en el envés (por debajo) de las hojas o en los pecíolos como lesiones angulares o lineales de color oscuro o rojo ladrillo o bien como pequeños cánceres hundidos en las venas de las hojas (Figura 7). Si las condiciones ambientales favorables para el hongo se mantienen por periodos largos entonces se presentarán lesiones por el haz (por arriba) de la

hoja. Finalmente, el borde y la punta de la hoja pueden ser infectadas de manera que la hoja puede morir (Schwartz, 1991).



Figura 7. Planta de frijol con lesiones provocadas por antracnosis.

La enfermedad es más notoria en las vainas; las primeras lesiones aparecen como lesiones de color naranja que se transforman en cánceres hundidos limitados por un anillo negro ligeramente elevado que a su vez se rodea por una franja de color café rojizo (Figura 8). En el centro de esas lesiones puede observarse el crecimiento del hongo de color café claro a rosa durante periodos muy húmedos. Las vainas jóvenes pueden “chuparse” o secarse si el ataque del hongo es severo.

En las vainas más viejas las lesiones de antracnosis pueden alcanzar los granos en formación que desarrollarán manchas y cánceres negros y hundidos (Schwartz, 1991).



Figura 8. Vainas de frijol con lesiones provocadas por antracnosis.

Epidemiología: este 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).

Los factores ambientales más importantes para que aparezca la enfermedad en el campo son la temperatura y la humedad.

Se ha encontrado que el hongo prospera en un rango de temperatura que va desde 13 a 26 °C. Por el contrario, cuando la temperatura cae por debajo de 7°C o se eleva por encima de 33 °C la enfermedad se detiene.

Durante su desarrollo el hongo requiere abundante humedad (mayor del 92%) le son favorables las lluvias moderadas a intervalos regulares. Las gotas de lluvia acompañadas de ráfagas de viento favorecen el movimiento del hongo en distancias de tres a cinco metros.

Dentro de una parcela el hongo puede ser fácilmente transportado por trabajadores, maquinaria, insectos o animales, especialmente cuando el follaje aún está húmedo.

Manejo de la enfermedad

Control cultural: Debe emplearse semilla libre de la enfermedad, producida en áreas con riego de superficie donde las altas temperaturas y baja humedad relativa hacen imposible el desarrollo de la antracnosis.

En algunos lugares se utiliza exitosamente el tratamiento con agua caliente (50 – 60 °C) para eliminar el hongo de semilla contaminada, sin embargo, la viabilidad de la semilla es reducida significativamente.

Se recomienda la rotación de cultivos cada dos a tres años con cereales como avena, trigo o maíz, así como eliminar

las plantas voluntarias de frijol en el siguiente ciclo: las plantas voluntarias son aquellas que nacen de la semilla que se queda en el campo después de la cosecha. Además, se sugiere incorporar los residuos de plantas infectadas en el suelo inmediatamente después de la cosecha.

Control químico: 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 debe ser totalmente cubierto. La semilla infectada con este hongo puede ser tratada con fungicidas como benomyl o tiofanato metílico, pero de preferencia, es mejor no usarla.

Variedades resistentes: Algunas variedades de frijol son resistentes a este hongo, el cual es altamente variable lo que dificulta la producción de variedades resistentes a la enfermedad. Regionalmente las variedades más utilizadas como Flor de Mayo y Flor de Junio son susceptibles, es decir son afectadas por el hongo.

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

La roya o chahuixtle como también se le conoce es provocada por un hongo llamado *Uromyces appendiculatus* (Pers.:Pers) Unger, el cual se encuentra ampliamente distribuido en todas las áreas productoras de frijol pero es más común en áreas tropicales y subtropicales. Cuando se presentan ataques tempranos de esta enfermedad las pérdidas en el rendimiento pueden alcanzar el 100%.

Descripción de la enfermedad: el signo que caracteriza a la roya es la aparición en todas las partes aéreas de la planta pero principalmente en hojas y vainas verdes, de lesiones circulares de color café rojizo aunque inicialmente aparecen pequeñas manchas blancas, ligeramente levantadas que se transforman en las lesiones café rojizas mencionadas (Figuras 9 y 10). Estas lesiones contienen esporas microscópicas que son responsables de diseminar la enfermedad dentro de una parcela y entre parcelas de frijol. Después de cierto tiempo estas lesiones toman una coloración negra debido a la producción de esporas especiales para sobrevivir al invierno. Estos cambios en la coloración de las lesiones obedecen a las diferentes fases en el ciclo de vida del hongo causante de la roya.



Figura 9. Pústulas de roya en una hoja de frijol.



Figura 10. Hoja de frijol mostrando numerosas pústulas de roya.

Si el número de estas lesiones o su tamaño es muy grande, las plantas afectadas perderán sus hojas. El daño en las vainas será mayor si la enfermedad aparece al inicio del ciclo de cultivo.

Epidemiología: las esporas que sobreviven al invierno germinarán y serán capaces de infectar plantas voluntarias de frijol, que a su vez producirán nuevas esporas que al ser acarreadas por el viento llevarán la enfermedad a otras parcelas. En las nuevas parcelas se presentarán las lesiones café rojizas que producirán esporas de verano en grandes cantidades y que pueden dispersarse regionalmente. Al final del ciclo de cultivo aparecerán nuevamente las lesiones negras que aportarán las esporas de invierno.

El desarrollo de la enfermedad requiere de temperaturas moderadas a frescas (17 – 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 – 18 horas y humedad mayor a 95%. Las temperaturas menores de 15 °C retardan el desarrollo del hongo mientras que temperaturas mayores de 32 °C pueden eliminarlo (Stavely y Pastor-Corrales, 1989).

Los factores que favorezcan 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

Control cultural: 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 la rotación de cultivos con cereales como avena o maíz por lo menos durante dos años. También se sugiere la eliminación de plantas voluntarias antes de que se inicie el 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 la enfermedad. Es importante considerar que las plantas que sufren ataques moderados a severos de roya requieren ser suministradas con el doble de humedad para mantener el mismo rendimiento que las plantas sanas.

Control químico: la aspersión de algunos fungicidas como el clorotalonil ha proporcionado buenos resultados cuando se han aplicado al inicio de la epidemia de roya y se ha continuado con aspersiones cada 7 – 10 días hasta antes de la cosecha. Sin embargo, el cubrimiento total del follaje es esencial para el éxito de las aplicaciones. Una parte del éxito

de esta práctica radica en la inspección rutinaria de las parcelas de frijol (especialmente, a partir de floración y principio de llenado de vainas) que permita descubrir las primeras lesiones de roya que constituyen la señal para iniciar las aspersiones de fungicidas.

Un sistema de predicción de la enfermedad basado en factores como la presencia de genes de resistencia en la variedad a sembrar, información climatológica, desarrollo del cultivo y antecedentes de la enfermedad ha sido elaborado y puesto en práctica en Colorado, EUA con buen éxito.

Variedades resistentes: el hongo que causa la roya del frijol está entre los más variables; hasta 1991 se le reconocían más de 250 razas en todo el mundo, lo cual hace lenta la generación de variedades resistentes (Stavelly, 1991). En Zacatecas las variedades recomendadas por el INIFAP para el área de temporal son susceptibles a esta enfermedad.

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

El organismo responsable de esta enfermedad es una bacteria conocida como *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (Burkholder) Young et al. y que constituye un serio problema en todo el mundo, especialmente donde las temperaturas son moderadas y existen antecedentes de la presencia severa de la enfermedad. Se han reportado pérdidas en rendimiento de

23 hasta 43% en algunos lugares de Estados Unidos de América.

Descripción de la enfermedad: la bacteria puede afectar hojas, tallo, vainas y la semilla. Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen como pequeñas manchas aguanosas en las hojas. En clima muy seco estas manchas toman una coloración bronceada y mueren. Alrededor de esas manchas se desarrolla un ancho halo de color verde amarillo y aspecto grasoso, de donde la enfermedad toma su nombre (Figuras 11 y 12). Esta característica no se manifiesta si la temperatura es demasiado alta. Si la infección procede a través del tejido vascular las hojas jóvenes se doblan hacia abajo y toman una coloración amarillenta aún sin que las características manchas rodeadas por el halo estén presentes. Cuando la enfermedad es muy severa toda la planta manifiesta clorosis (amarillamiento).



Figura 11. Lesiones de tizón de halo en una planta de frijol



Figura 12. Plantas de frijol mostrando lesiones amarillentas de tizón de halo.

El aspecto grasoso de las lesiones bacterianas se debe al exudado bacteriano de aspecto cremoso que al salir de la lesión puede ser dispersado hacia plantas sanas.

Los síntomas en las vainas consisten en manchas de color rojo o café o franjas del mismo color en la sutura de la vaina que pueden tener un aspecto aguanoso. Al madurar las vainas el color verde de las lesiones no desaparece y el exudado bacteriano en la superficie de la lesión toma el aspecto de una costra. El grano en formación en esas vainas puede pudrirse o “chuparse” 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 arriba del nudo cotiledonar durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo.

Epidemiología: la enfermedad puede originarse a partir de semilla contaminada o provenir de los residuos de plantas infectadas que permanecen sobre la superficie del suelo (Schwartz, 1989); el golpeteo de la lluvia o el impacto de las partículas del suelo impulsadas por el viento llevan a la bacteria hasta las plantas sanas. La bacteria es capaz de sobrevivir por nueve meses después de que los residuos infectados pasaron a través del tracto digestivo de borregos. La

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

Una vez en la planta la bacteria se dispersa a otras por medio del golpeteo de las gotas de lluvia o arrastrada por el viento durante periodos de lluvia. Las temperaturas frescas inducen la producción de una toxina que es la responsable de la formación del halo y amarillamiento característicos de la enfermedad.

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; bajo estas condiciones de temperatura bastan únicamente 12 semillas contaminadas en una hectárea para iniciar una epidemia. Si la temperatura se incrementa algunos síntomas podrán no observarse, como en el caso del halo que no se manifiesta si la temperatura es mayor de 28 °C aunque pequeñas lesiones aguanosas seguirán presentes.

La dispersión de la enfermedad dentro de una parcela es favorecida por la ocurrencia de granizadas, tormentas violentas así como por el movimiento de trabajadores o maquinaria a través de la parcela cuando las plantas aún están mojadas.

La siembra continua de frijol en una parcela mejora las condiciones para que la bacteria sobreviva en los residuos de plantas enfermas.

Manejo de la enfermedad

Control cultural: se recomienda incorporar los residuos del cultivo en el suelo inmediatamente después de la cosecha así como practicar una rotación de cultivos, incluyendo cereales, durante por lo menos dos años. Es importante eliminar todas las plantas voluntarias al inicio del ciclo de cultivo. 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

No disemine o extienda la paja de frijol vieja o enferma en las parcelas donde se vaya a sembrar frijol en el siguiente ciclo de cultivo.

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

Control químico: se sugiere “curar” la semilla utilizando un antibiótico como la estreptomina para reducir la contaminación bacteriana de la cubierta de la semilla. Dependiendo de las condiciones climatológicas que favorecen a la bacteria se puede considerar la aplicación de bactericidas preventivos como los basados en cobre iniciando antes de que se alcance la etapa de floración para ayudar a reducir la dispersión de la bacteria en hojas y vainas.

Variedades resistentes: para reducir las pérdidas provocadas por esta enfermedad se debe utilizar semilla de

variedades de frijol tolerantes o resistentes, si se encuentran comercialmente disponibles.

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

Esta enfermedad es causada por la bacteria *Xanthomonas phaseoli* (Smith) Dowson. La importancia de este tizón queda subrayada por la epidemia que durante 1967 afectó más de 200 000 hectáreas en el estado de Michigan, EUA, causando pérdidas de rendimiento entre 10 y 20%.

Descripción de la enfermedad: los primeros síntomas de la enfermedad aparecen como manchas aguanosas que luego de agrandarse se marchitan o secan y finalmente toman una coloración negra. Estas lesiones, frecuentemente son rodeadas por una angosta zona de color verde amarillo pueden ser encontradas en el borde de las hojas o en el tejido entre las venas. Una vez que estas lesiones crecen y se unen las plantas afectadas toman un aspecto atizonado o quemado (Figura 13).



Figura 13. Lesiones café – amarillentas de tizón común en hojas de frijol.

En las vainas enfermas se desarrollan manchas circulares, ligeramente hundidas y de aspecto aguanoso. El tamaño y número de las lesiones depende de la edad de la vaina. 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 (Figura 14).



Figura 14. Vainas de frijol afectadas por tizón común

Las lesiones en las vainas provocan que la semilla se arrugue y que presente manchas amarillas a través de la cubierta o en la región del hilum. Es recomendable no sembrar estas semillas ya que las plántulas que se originan pueden mostrar estrangulamiento arriba del nudo cotiledonar. Los síntomas en semilla son más fáciles de reconocer en variedades de grano blanco pero son difíciles de observar en variedades de grano oscuro.

Epidemiología: esta bacteria puede iniciar una epidemia de varias formas pero la más importante es por medio de semilla contaminada ya que la bacteria puede albergarse tanto en la superficie como dentro de la semilla. La bacteria ha sido recuperada de semillas de 30 años.

Otra forma de iniciar una epidemia de tizón común involucra la germinación de semilla contaminada en pilas de desechos o como plantas voluntarias de donde la bacteria colonizaría plantas susceptibles en parcelas comerciales.

La bacteria también puede sobrevivir entre ciclos de cultivo mediante la colonización de residuos contaminados de cultivo en regiones templadas. La supervivencia es mayor en los residuos que permanecen en la superficie o muy cerca de ella que en los que fueron enterrados a mayor profundidad. Asimismo, sobrevive mejor en condiciones secas que en húmedas.

Esta bacteria causa mayor daño cuando la temperatura varía entre 28 y 32 °C. La alta humedad y la lluvia favorecen el rápido avance de la enfermedad. Las temperaturas cercanas a 16 °C detienen el desarrollo de la epidemia.

La lluvia acompañada por vientos fuertes es responsable de la diseminación de la enfermedad dentro de una parcela. Otros medios de diseminación son las partículas de suelo levantadas por el viento, el agua de riego, trabajadores, animales e insectos (moscas blancas y minadores). Algunas malas hierbas como los quelites pueden albergar a la bacteria y de allí pasarla a las plantas de frijol.

La enfermedad puede ser más severa si se siembra en una parcela donde el tizón se haya presentado el ciclo anterior o si la siembra se realiza en la cercanía de una parcela “atizonada”.

Manejo de la enfermedad

Control cultural: incorpore los residuos del cultivo inmediatamente después de la cosecha y haga rotación de cultivos con cereales por lo menos durante dos años. Elimine las plantas voluntarias antes del siguiente ciclo de cultivo.

No disemine la paja vieja o enferma de plantas de frijol 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.

Mantenga reducida la población de malas hierbas y plagas (minadores y mosca blanca) dentro y alrededor de la parcela de frijol.

Control químico: para reducir la contaminación bacteriana de la cubierta de la semilla se pueden utilizar antibióticos como la estreptomina aplicada a la semilla previamente a la siembra.

Se debe considerar cuidadosamente el uso de 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 resistentes a estos agroquímicos. Por otro lado, la estreptomina no es capaz de alcanzar las bacterias que ya puedan estar alojadas dentro de las semillas por lo que su uso para protegerlas debe descartarse.

Variedades resistentes: la siembra de variedades tolerantes a la enfermedad es la medida más práctica y económica para combatir la enfermedad, sin embargo, las variedades del INIFAP recomendadas para el área de Zacatecas son susceptibles a la enfermedad.

Putridiones de la raíz (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Thielaviopsis*, *Sclerotium*, *Aphanomyces*, *Phymatotrichopsis* y *Macrophomina*)

Existen varios tipos de pudriciones de la raíz en las diversas áreas productoras de frijol en el mundo. Algunos factores como el cultivo continuo de frijol, rotaciones de cultivo inadecuadas y compactación del suelo han contribuido a hacer más grave la prevalencia y severidad de estas enfermedades.

Las pudriciones de la raíz pueden ser causadas por un gran número de hongos entre los que figuran: *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Thielaviopsis*, *Sclerotium*, *Aphanomyces*, *Phymatotrichopsis* y *Macrophomina*. Aunque es probable que todos ellos se encuentren en los suelos de Zacatecas, no siempre causan epidemias severas por lo que aquí se abordan solamente las causadas por *Rhizoctonia* y *Fusarium* que se encuentran entre las más comunes en el Estado.

Descripción de la enfermedad

Rhizoctonia

El hongo *Rhizoctonia solani* puede inducir pudrición de la semilla, muerte de plántulas, cánceres en el tallo, pudrición de la raíz y de las vainas. El hongo puede invadir y destruir la semilla antes de la germinación. Después de la germinación el hongo puede atacar la plántula matándola rápidamente. En

ambos casos el efecto de la enfermedad se observa como una baja población de plántulas. Los síntomas característicos de las plantas enfermas son las lesiones hundidas de color café rojizo que se localizan en el tallo de la planta (Figuras 15 y 16). 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 están en contacto con el suelo causando las características lesiones rojizas hundidas. Es frecuente que este hongo se presente asociado con otros hongos y nematodos del suelo.

Fusarium

Los síntomas iniciales provocados por este hongo aparecen como lesiones rojizas en la raíz de la planta una o dos semanas después de la emergencia de la plántula. Con el paso del tiempo las lesiones se agrandan y unen cubriendo la mayor parte de la raíz hasta la línea del suelo pero no más allá. Estas lesiones no presentan márgenes definidos y pueden acompañarse de fisuras o grietas a lo largo de las heridas (Figuras 15 y 16). El hongo mata las raíces primarias pero no se observa una marchitez pronunciada en el follaje aunque algunas plantas pueden mostrar achaparramiento, amarillamiento y pérdida prematura del follaje. Las plantas enfermas producen más raíces (adventicias) por arriba de las

lesiones con lo que se puede compensar el rendimiento a condición de que no falte la humedad en el suelo. Frecuentemente las nuevas raíces son también infectadas y muertas por el hongo.



Figura 15. Lesiones provocadas por hongos en la raíz de plantas de frijol



Figura 16. Desarrollo de una planta sin pudrición de la raíz (derecha) en comparación con plantas enfermas.

Epidemiología

Rhizoctonia

La severidad de la enfermedad es influenciada por la humedad y temperatura del suelo. La enfermedad es más severa en las primeras dos o tres semanas bajo condiciones de moderada o alta humedad del suelo y relativamente bajas temperaturas;

pocas lesiones se desarrollan a temperaturas mayores de 21 °C. Al elevarse la temperatura del suelo las plantas emergen más rápidamente y escapan a la enfermedad.

Este hongo puede ser diseminado hacia otras áreas o parcelas principalmente mediante el agua de riego, residuos contaminados, maquinaria, lluvia y viento pero su principal forma de dispersión es a través de la semilla, la cual puede contaminar interna y externamente.

Fusarium

El daño provocado por esta enfermedad es mayor a 22 °C que a 32 °C aunque se sabe que otros factores “estresan” las plantas de frijol como la compactación del suelo, el exceso de humedad o sequía, la alta densidad de siembra, el daño por herbicidas, algunas formas de fertilizantes nitrogenados, los compuestos tóxicos originados en la descomposición de residuos de cultivo y las temperaturas desfavorables para el desarrollo de las raíces de frijol.

La enfermedad es más severa a partir de la floración y durante la etapa inicial de llenado de vainas cuando la planta es más sensible a cualquier factor adverso, de hecho, la reducción en el rendimiento más severa se obtiene cuando la enfermedad se presenta en condiciones de sequía. De igual manera la enfermedad es favorecida por las siembras tempranas en suelos fríos y húmedos.

El hongo que causa esta enfermedad puede sobrevivir en el suelo por largos periodos ya que posee estructuras especializadas en resistir aún sin la presencia del cultivo. Este organismo puede ser diseminado por medio de partículas de suelo o en restos contaminados del cultivo y que pueden ser transportados por el viento o el agua de riego.

Manejo de la enfermedad

Control cultural: evite sembrar en suelos muy fríos; es mejor que la temperatura se encuentre cerca de 20 °C para llevar a cabo la siembra. Evite densidades de siembra muy altas que propiciarán una excesiva competencia por agua entre plantas y hará que el suelo sea excesivamente rico en exudados de la raíz de frijol que favorecen a algunos de los hongos que causan la enfermedad (Abawi, 1989). No coloque la semilla a una profundidad excesiva ya que la plántula estará expuesta al ataque de las enfermedades por un periodo más largo antes de salir a la superficie del suelo.

Se sugiere utilizar una rotación de cultivos (con cereales como avena o maíz) de más de tres años para ayudar a bajar la población de estos hongos.

La adición de materia orgánica en forma de residuos del cultivo como la paja de cereales de grano pequeño (avena, trigo o cebada) o maíz puede ayudar a reducir el daño a las raíces. Sin embargo, debe verificarse que la materia orgánica esté

completamente descompuesta para evitar problemas de toxicidad que agravarán la enfermedad.

Debe eliminarse la compactación del suelo por medio del subsuelo entre surcos de frijol y a una profundidad de 30 a 50 cm, lo que permitirá a las raíces penetrar profundamente en el suelo y reduzca el “stress” por agua. Se debe evitar cultivar el suelo cuando aún permanece húmedo.

La práctica de aflojar o remover el suelo de 2 a 3 semanas después de la emergencia del cultivo puede ser muy 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 dañadas por la enfermedad.

Control químico: algunos fungicidas como Thiram, PCNB, Benomyl y Captafol han dado buenos resultados cuando se han empleado para proteger la semilla y aplicados en el surco a las plántulas de frijol. Es necesario advertir que la mayoría de los fungicidas son costosos y que su efecto es de corta duración. La aplicación de estos productos se lleva a cabo directamente a la semilla antes de la siembra.

Variedades resistentes: aunque existen fuentes de resistencia a estas enfermedades no se cuenta con variedades

adaptadas a las condiciones de Zacatecas que superen el ataque de estos hongos.

Nematodos formadores de agallas (*Meloidogyne* y *Nacobbus aberrans*)

Los nematodos son “gusanos” microscópicos que viven en el suelo y que bajo determinadas condiciones son capaces de penetrar en las raíces para obtener su alimento. En Zacatecas se han encontrado plantas de frijol afectadas por dos tipos de nematodos conocidos como *Meloidogyne* y *Nacobbus aberrans* ambos forman bolas o nudos en las raíces y son capaces de afectar a un gran número de plantas cultivadas y malas hierbas. (Velásquez y García, 2000; Velásquez y González, 1991). La diferencia entre ambos nematodos sólo puede ser establecida en un laboratorio de Fitopatología.

Descripción de la enfermedad: los síntomas en el follaje son poco notables o característicos. Cuando el ataque es severo las plantas afectadas aparecen achaparradas, amarillentas y con marchitez en los periodos más calurosos del día o cuando ocurre un periodo de sequía, algunas veces puede ocurrir una pérdida de hojas. En ocasiones estos síntomas pueden ser confundidos con deficiencias de algún nutriente (Abawi *et al.*, 1991).

La característica de esta enfermedad sólo puede observarse si las raíces de plantas con los síntomas mencionados son extraídas cuidadosamente. Las raíces afectadas por *Meloidogyne* forman bolas o nudos de diversos tamaños y llegan a deformarla completamente (Figura 17). En cambio, las raíces afectadas por *Nacobbus* muestran agallas más pequeñas que las de *Meloidogyne* y en forma de cuentas de rosario (redondeadas u ovaladas) (Figura 18).



Figura 17. Raíces de frijol severamente agalladas por *Meloidogyne* spp.



Figura 18. Raíces de frijol con agallas pequeñas y en forma de rosario características de *Nacobbus aberrans*.

Las agallas dificultan el abastecimiento de agua y nutrientes que van de la raíz hacia el follaje resultando en los síntomas ya señalados hasta causar la muerte de las plantas afectadas. Las agallas forman parte integral del tejido de la raíz y no pueden ser desprendidas como sucede con los nódulos fijadores de nitrógeno que se desprenden fácilmente de la planta y que son benéficos para el cultivo.

Epidemiología: los nematodos pertenecientes al género *Meloidogyne* son más fácilmente encontrados en suelos de textura arenosa y con buen drenaje; sobreviven en el suelo como huevecillos y larvas (nematodos jóvenes). Las larvas, que son las encargadas de infectar las raíces, son más activas cuando la humedad del suelo es menor a la capacidad de campo (Schwartz *et al.*, 1996).

La diseminación de estos organismos se lleva a cabo mediante el agua de riego y suelo infestado con huevecillos o larvas que se adhiere a la maquinaria agrícola o al calzado de los trabajadores.

En Zacatecas se han observado agallas de *Meloidogyne* o *Nacobbus* en las raíces de otros cultivos como calabaza, cebolla, pepino, chile, jitomate y girasol y en maleza como quelite y malva, lo cual hace más difícil su combate.

Manejo de la enfermedad

Control cultural: se recomienda la rotación de cultivos durante tres años al menos para ayudar a reducir la población de estos nematodos incluyendo principalmente cereales o pastos. Se debe estar completamente seguro que cualquier otro cultivo que se desee agregar en el programa de rotación no es atacado por cualquiera de estos nematodos.

Otras prácticas que también pueden ayudar a mantener bajas las poblaciones de nematodos son periodos largos de

descanso de parcelas cultivadas con frijol, combate de malas hierbas y barbechos profundos.

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 organismos se sugiere regar y cultivar por separado las áreas donde se hayan detectado plantas con raíces agalladas, así como restringir al máximo la circulación de trabajadores y maquinaria en esas áreas dañadas.

Control químico: el empleo de nematicidas es muy efectivo y ampliamente usado en otros cultivos pero es demasiado costoso en el cultivo de frijol por lo que no se aconseja su uso.

Variedades resistentes: no se cuenta con información acerca de la susceptibilidad a los nematodos agalladores de las variedades recomendadas por el INIFAP en la región.

Enfermedades virales

La información sobre enfermedades provocadas por virus en el cultivo de frijol en Zacatecas es escasa; a la fecha solamente se ha identificado la presencia del llamado virus de la punta rizada del betabel en parcelas localizadas en Calera de Victor Rosales, Zacatecas, sin embargo, se han observado algunos

síntomas que podrían ser de origen viral. A continuación se describen algunos de ellos y se mencionan las posibles medidas de control que deben llevarse a cabo.

Las plantas afectadas por el virus de la punta rizada del betabel presentan un enanismo marcado, las hojas se doblan hacia abajo, toman una consistencia dura (no son flexibles), la coloración de las hojas va de verde pálido a amarillo y generalmente no tienen flores o con pocas vainas (Figuras 19 y 20). Este virus afecta a otros cultivos importantes en Zacatecas como el chile (Velásquez *et al.*, 2008) y es transmitido por medio de una chicharrita que generalmente no vive en las parcelas de frijol sino que prefiere áreas con pocas plantas y soleadas.

En el área de producción de frijol de temporal se han encontrado plantas afectadas por síntomas de posible origen viral como mosaicos (áreas amarillas intercaladas con las zonas verdes normales) (Figura 21). Otro síntoma común en esa misma área es la presencia de hojas con ampollas que le dan a las hojas afectadas una apariencia rugosa (Figura 22).



Figura 19. Planta de frijol mostrando hojas amarillas y gruesas, características de la infección por el virus de la punta rizada del betabel.



Figura 20. Planta de frijol infectada por el virus de la punta rizada del betabel y con síntomas de enanismo (compare con la planta sana atrás) y sin flores o vainas.



Figura 21. Planta de frijol mostrando hojas con mosaico de posible origen viral.



Figura 22. Planta de frijol mostrando hojas con ampollas o rugosidades, lesiones típicas de enfermedades virales.

A la fecha no se cuenta con la identificación específica de los agentes causales de esos síntomas pero se debe evitar que este tipo de plantas se desarrollen entre las plantas sanas por lo que se recomienda que se eliminen tan pronto como se observen los síntomas mencionados (amarillamientos, mosaicos, enanismo, hojas duras y dobladas hacia abajo, sin flores o vainas, etc).

Es necesario que las parcelas de frijol permanezcan libres de maleza dentro de ellas y alrededor para evitar que insectos como la chicharrita vivan en ellas y transmitan la enfermedad a plantas sanas.

Se recomienda no sembrar frijol en los huecos que dejan las plantas de chile que mueren ya que esto ayudará a que más plantas de los dos cultivos se enfermen por el virus de la punta rizada del betabel.

Literatura citada

- Abawi, G. S. 1989. Root rots. 105 – 157. In: Bean production problems in the tropics. (Schwartz H. F. and M. A. Pastor-Corrales, eds.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia. 654 p.
- Abawi, G. S., B. A., Mullin, and W. F. Mai, 1991. 32 – 36. In: Compendium of bean diseases. (Hall E., ed.). The American Phytopathological Society. The APS Press. St. Paul, MN, USA. 73 p.
- Anderson, F. N., R. L. Forster, A. F. Hagen, E. D. Kerr, D. S. Nuland, H. F. Schwartz, R. L. Stolt and R. G. Wilson Jr. 1983. Recognition and management of dry bean production problems. (Nuland D. S, H. F. Schwartz, and R. L. Forster, eds.). North Central Regional Extension Publication 198. University of Nebraska. Lincoln, Nebraska, USA. 57 p.
- Aragón G., A., M. A. Morón R., J. F. López O., y L. M. Cervantes P. 2005. Ciclo de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga* Harris, 1827 (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae). Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 21(2): 87–99.

- Armenta, C. S., M. H. Bravo y R. R. Reyna 1978. Estudios bioecológicos de *Epilachna varivestis* Mulsant, bajo condiciones de laboratorio y campo. *Agrociencia* 34: 133-145.
- 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.
- 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.
- 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.
- Hein, G. L., F. B. Peairs y S. D. Pilcher. 2010. HPIPM: Western Bean Cutworms.
http://wiki.bugwood.org/HPIPM:Crops/Dry_Beans/Western_Bean_Cutworms. Febrero 2010.
- Hodgson, E. 2007. White grubs. Utah State University Extension. Utah pests fact sheet, ENT-104-107, 3p.

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(2): 275-279.

Knodel, J. 2009. North Dakota field crop insect management guide. North Dakota State University Extension. Publication E-1143, 212p.

Mena, J. 2009. Control biológico del chapulín *Brachystola* spp. (Orthoptera: Acrididae) con el uso del protozoario *Nosema locustae* Canning (Microsporidia: Nosematidae) en Zacatecas, México. *Vedalia* 13(2): 97-102.

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.

Pastor-Corrales, M. A. and J. C. Tu. 1989. Anthracnose. 77 – 104. In: *Bean production problems in the tropics.* (Schwartz H. F. and M. A. Pastor-Corrales, eds.). 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.

Pfadt, R. E. 1994. Field guide to common western grasshoppers. Wyoming Agricultural Experiment Station, Laramie, Wyoming, EUA. 2nd edition. pv.

Saettler, A. W. 1991. Halo blight. 30. In: Compendium of bean diseases. (Hall R., ed.). The American Phytopathological Society. The APS Press. St. Paul, MN, USA. 73 p.

Schwartz, H. F. 1989. Halo blight. 285 – 301. In: Bean production problems in the tropics. (Schwartz H. F. and M. A. Pastor-Corrales, eds.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia. 654 p.

Schwartz, H. F. 1991. Anthracnose. 16 – 17. In: Compendium of bean diseases. (Hall R., ed.). The American Phytopathological Society. The APS Press. St. Paul, MN, USA. 73 p.

Schwartz, H. F., G. D. Franc, and E. D. Kerr. 1996. Dry bean production and pest Management. Regional Bulletin

562A. Colorado State University. Fort Collins, Colorado, USA. 106 p.

Segnini, S. y A. Montagne. 1986. Biología y ecología poblacional de *Empoasca kraemeri* Ross y Moore (Homoptera: Cicadellidae) en caraota (*Phaseolus vulgaris*), ii. Ciclo de vida, longevidad, fecundidad y sobrevivencia de e. *kraemeri* bajo condiciones de laboratorio. *Agronomía Tropical* 36 (4-6): 15-27.

Stavely, J. R. and M. A. Pastor-Corrales. 1989. Rust. 159 – 194. In: Bean production problems in the tropics. (Schwartz H. F. and M. A. Pastor-Corrales, eds.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia. 654 p.

Stavely, J. R. 1991. Rust. 24 – 25. In: Compendium of bean diseases. (Hall R., ed.). The American Phytopathological Society. The APS Press. St. Paul, MN, USA. 73 p.

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 G. N. González. 1991. Nematodos noduladores que atacan al cultivo de frijol en Zacatecas. Desplegable para Productores No. 4. Campo Experimental Zacatecas. Calera de V. R., Zacatecas, México.

Velásquez, V. R. y J. C. García. 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.

Velásquez, V. R., M. M. Medina-Aguilar, and R. Creamer. 2008. First report of *Beet mild curly top virus* infection of chile pepper in North-Central México. *Plant Disease* 92:650.

COMITE EDITORIAL DEL CEZAC

Agustín F. Rumayor Rodríguez	Presidente
Mario D. Amador Ramírez	Secretario
Alfonso Serna Pérez	Vocal

REVISIÓN TÉCNICA Y EDICIÓN

Dr. Guillermo Medina García
M.C. Nadiezhda Y. Z. Ramírez Cabral

DISEÑO DE PORTADA

L.C. y T.C. Diana Sánchez Montaña

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de
Agosto de 2010 en la imprenta Litográfica Central,

S. A. de C. V.

Afrodita No. 309. Las Hadas
C.P. 20140. Aguascalientes, Ags., México.

Su tiraje constó de 1000 ejemplares

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

M.C. Agustín F. Rumayor Rodríguez Dir. de Coordinación y Vinculación

PERSONAL INVESTIGADOR

Dr. Alfonso Serna Pérez Suelo y Agua
M.C. Blanca I. Sánchez Toledano Socioeconomía
M.C. Enrique Medina Martínez Maíz y Frijol
M.C. Francisco Rubio Aguirre Pastizales y Forrajes
Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez Suelo y Agua
Dr. Guillermo Medina García Modelaje
Dr. Jaime Mena Covarrubias Sanidad Vegetal
Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez Frutales Caducifolios
M.V.Z. Juan Carlos López García Caprinos-ovinos
I.T.A. Juan José Figueroa González Frijol
Dr. Luis Roberto Reveles Torres Recursos genéticos
M.C. Ma. Dolores Alvarado Nava Valor Agregado
Ing. Ma. Guadalupe Zacatenco González Frutales Caducifolios
Ing. Manuel Reveles Hernández Hortalizas
MC. Manuel de Jesús Flores Nájera Ovinos-Caprinos
Dr. Mario Domingo Amador Ramírez Sanidad Vegetal
Dr. Miguel Ángel Flores Ortiz Pastizales y Forrajes
Ing. Miguel Servin Palestina Suelo y Agua
M.C. Nadiezhda Y. Z. Ramírez Cabral Modelaje
Dr. Ramón Gutiérrez Luna Pastizales y Forrajes
Ing. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez Bioenergéticos
Dr. Rodolfo Velásquez Valle Sanidad Vegetal
M.C. Román Zandate Hernández Frijol

