



ENFERMEDADES DEL FRIJOL

H. Schwartz
M. Castano
R. Rivero C.

ENFERMEDADES DEL FRIJOL

H. Schwartz
M. Castaño J.
R. Rivero C.

INTRODUCCION

El frijol constituye la principal fuente de proteínas de los pueblos de América Tropical; pero a pesar de su importancia, los rendimientos en producción son relativamente bajos. Por otra parte, la población consumidora de frijol se incrementa constantemente en forma considerable, ocasionando un aumento de la demanda de este producto.

Es un hecho muy importante, que las enfermedades constituyen uno de los factores más limitantes de la producción del frijol en América Latina. Patógenos tales como hongos, bacterias, virus, nemátodos y micoplasmas son los responsables de un número apreciable de enfermedades que afectan a este cultivo, ocasionando serias pérdidas en su producción.

La prevalencia y severidad de las enfermedades depende de la cantidad de inoculo presente en la región, así como de las condiciones ambientales reinantes (temperatura y humedad principalmente) y de la calidad de la semilla empleada.

Las enfermedades fungosas son quizás las más numerosas y posiblemente las que causan los mayores daños. Las enfermedades virales, menores en número, incluyen también algunas de gran importancia económica. Las enfermedades bacteriales y las causadas por nemátodos son menos numerosas pero pueden constituirse también en serios limitantes para el cultivo del frijol.

I. ENFERMEDADES FUNGOSAS

1.1 Roya

Causada por el hongo Uromyces phaseoli (Pers.) Wint. var. typica Arth. = Uromyces appendiculatus (Pers.) Unger, se encuentra ampliamente distribuida en las regiones tropicales y subtropicales.

El ataque está localizada principalmente en las hojas, aunque las vainas y ocasionalmente peciolo y tallos también son afectados. El ciclo de vida del hongo transcurre en el hospedante, por ser un parásito obligado y comprende los estadios de picnios, aecios, uredos y telias. Los dos primeros son difíciles de observar en el campo, los terceros producen uredosporas que son la forma más frecuente de diseminación y las telias producen teliosporas que mantienen vivo el organismo cuando las condiciones son adversas. Si las condiciones ambientales son favorables, al contacto de la uredospora con la superficie de una hoja de frijol, puede comenzar su germinación, apareciendo los primeros síntomas de la enfermedad cinco días después, en forma de pequeñas manchas blanquecinas ligeramente levantadas, denominadas soros; éstos se aprecian más fácilmente en el envés de las hojas. Entre cinco y diez días después, los soros hacen erupción y rompen la epidermis de la hoja, apareciendo una masa de esporas (uredosporas) de color rojizo, formando lo que comúnmente se conoce como pústulas; éstas son de tamaño variable y en ocasiones llegan a alcanzar dos milímetros de diámetro. Cuando el ataque es intenso, las pústulas se rodean de un halo clorótico.

A medida que la enfermedad avanza o la planta llega a su madurez, las pústulas se vuelven de color negro y se forman las teliosporas que son las responsables de la

perpetuación de la enfermedad de una estación a otra.

Las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo del hongo son: temperatura entre 17 y 20°C y humedad relativa del 95% durante 8 horas al día.

El hongo es bastante variable debido a la habilidad para infectar variedades de frijol con genes de resistencia diferentes. Así, las uredosporas producidas por un mismo uredo pueden infectar a una variedad y a otra no; la diferencia entre estas reacciones se conoce como raza fisiológica o raza especializada. Las reacciones de susceptibilidad o de resistencia de varias combinaciones de variedades se emplean para clasificar las razas individuales de la Roya. Un total de 35, 31, 26 razas se han identificado en Estados Unidos, México y Brasil, respectivamente.

La Roya del frijol puede controlarse mediante el empleo de productos químicos en forma de rocío sobre las hojas para prevenir la germinación de las esporas y la infección de tejidos. Sin embargo, muchos productos químicos son caros y se deben aplicar una vez cada 7 a 10 días o más pronto si las lluvias lavan el producto de las hojas. La remoción y destrucción de los residuos de plantas de frijol que fueron infectadas durante la cosecha anterior, ayudan a reducir la cantidad de inóculo presente. La rotación de cultivos también disminuye el nivel inicial de uredosporas presentes para la siguiente estación de siembra. El hongo que causa esta enfermedad no se transmite por semilla.

Un método eficiente para el control de la Roya es el uso de variedades resistentes; esta resistencia es de dos clases: específica o vertical, y general u horizontal. La específica se presenta cuando una variedad es resistente a algunas pero no a todas las razas. El carácter de esta resistencia es evidente cuando no ocurre ninguna infección

o cuando se producen bajas cantidades de uredosporas. Se presenta resistencia general cuando una variedad es igualmente resistente a todas las razas. El carácter de esta resistencia generalmente es difícil de identificar ya que algunos soros de Roya a menudo se desarrollan en la planta pero éstos aparecen en menor cantidad, o más tarde.

1.2 Antracnosis

Esta enfermedad causada por el hongo Colletotrichum lindemuthianum (Sacc. y Magn.) Scrib. se encuentra distribuida en todo el mundo. El desarrollo y la propagación de la Antracnosis son favorecidos por bajas temperaturas (17 - 18°C) y humedad relativa alta. Ataca todas las partes aéreas de la planta: tallo, hojas, pecíolos, pedicelos, brácteas florales y vainas); cuando esto sucede, el hongo pueda infectar a las semillas en formación.

Las lesiones se localizan principalmente en las nervaduras de las hojas y se observan más fácilmente en el envés. A medida que avanza la enfermedad, hay necrosis de los tejidos adyacentes.

Las vainas son las partes de la planta en donde la enfermedad es más notoria y en donde causa los daños más graves porque disminuye la calidad del producto. Las lesiones varían en tamaño, desde pequeños puntos hasta chancros de más de 1 cm de diámetro, que pueden coalescer destruyendo la vaina completamente. Bajo condiciones favorables, en el centro de la lesión se observa una masa de color rosado, constituida por esporas del hongo.

La semilla infectada presenta manchas ligeramente hundidas en el tegumento, las cuales son de tamaño variable y de color café a negro, según el color de la cáscara.

El hongo permanece en forma latente en la semilla y sirve como fuente de inóculo primario en cultivos posteriores; sin embargo, el hongo sobrevive de una estación a otra en los residuos de plantas infectadas. Al germinar la semilla infectada, el hongo reanuda su actividad para infectar las hojas primarias y el hipocotilo, y luego, la lluvia disemina las esporas hacia otra parte de la planta, o hacia otras plantas, estableciéndose así una fuente de infección secundaria.

Otros agentes que ayudan a la diseminación de la Antracnosis son el viento, el roce de las hojas entre sí, los instrumentos de trabajo, los animales, los insectos y el hombre mismo.

Se han identificado muchas razas fisiológicas del hongo que difieren en cuanto a su patogenicidad y a sus efectos sobre la planta.

La aplicación de productos químicos sobre las hojas de la planta, ayudan a prevenir la germinación y la infección de las esporas. La destrucción de residuos de cosechas anteriores, la rotación de cultivos y el uso de semilla limpia o de variedades resistentes, reducen los niveles de inóculo presentes y el riesgo de infección.

1.3. Mancha Angular

Es causada por el hongo Isariopsis griseola Sacc. Se presenta principalmente en las hojas, en forma de manchas grises o cafés, delimitadas por las nervaduras, lo cual les da su carácter angular. Cuando las condiciones ambientales son favorables, se pueden observar en el envés de las hojas, las estructuras reproductivas del hongo: los sinemas, los cuales se presentan de color gris con apariencia afelpada. Los síntomas en vainas y tallos se presentan en forma de manchas ovaladas ligeramente hundidas y de un color café-rojizo, sobre las cuales pueden aparecer también las estructu-

ras reproductivas del patógeno. La infección puede ser tan severa que ocasione clorosis y defoliación a partir de las hojas inferiores.

El desarrollo de la enfermedad está favorecido por temperaturas moderadas y períodos de alta humedad alternados con períodos secos.

La diseminación de la enfermedad en el campo, comienza a partir de residuos de cosecha infectados o a partir de la semilla, ya que el patógeno puede ser transmitido por ella.

Poco se ha trabajado con control químico de esta enfermedad, pues éste ha estado relacionado con el control de otras enfermedades de zonas templadas, tales como Antracnosis. Se recomienda la rotación de cultivos y la destrucción de plantas enfermas y residuos de cosecha. En el uso de variedades resistentes está la forma más efectiva y promisorio de control de Mancha Angular, aunque hace falta todavía mayor estudio de este campo, como también de la posible existencia de razas del patógeno.

1.4 Putridiones de la Raíz

Las Putridiones de la Raíz son otro de los serios problemas del frijol, porque son causadas por un complejo de patógenos del suelo muy comunes en la flora de la mayor parte de los suelos, y porque los organismos atacan a las plantas en forma individual o asociados, lo cual dificulta los métodos de control o los hace ineficientes.

Las putridiones radicales ocasionan pérdidas en la germinación de los semillas; muerte antes de la emergencia de las plantas; daños en las plántulas y en la planta adulta; destrucción parcial o total del sistema radical y pudrición seca o húmeda de la raíz y del tallo, la cual se prolonga algunos centímetros sobre el nivel del suelo y causa la muerte de las plántulas.

Las pudriciones radicales causan síntomas secundarios, tales como el amarillamiento y la muerte de las hojas inferiores de la planta; pero a medida que transcurre el tiempo, dicho amarillamiento es general en toda la planta y en caso de que las plantas enfermas continúen viviendo, sus hojas presentan un color café como si estuvieran quemadas.

Las medidas que pueden reducir los daños ocasionados por estos agentes son: efectuar rotación de cultivos con el fin de reducir la cantidad de inóculo en el suelo; evitar el exceso y encharcamiento del agua, sembrando en terrenos bien drenados y nivelados; no dañar las raíces de las plantas al cultivar, pues las heridas son puertas de entrada a los microorganismos patogénicos; sembrar a la profundidad adecuada para proporcionar a la semilla condiciones favorables para su germinación; destruir residuos de cosecha y hacer rotación, aún en el caso de que los residuos se hayan incorporado; aplicación de fungicidas a las semillas y uso de variedades resistentes.

1.4.1 Pudrición Seca o Fusariosis

La Fusariosis o pudrición seca es causada por el hongo Fusarium solani (Mart.) Appel y Wr. f. phaseoli (Burk.) Snyder y Hansen.

Los primeros síntomas de pudrición de la raíz por Fusarium aparecen más o menos una semana después de la emergencia, y son caracterizados por una suave coloración rojiza en la raíz principal. Aunque estas partes pueden aparecer normales al principio, la coloración rojiza aumenta gradualmente en intensidad y extensión, cubriendo casi la totalidad de la raíz principal; usualmente, con el tiempo el color rojo de la raíz principal se torna café y puede estar acompañado por fisuras longitudinales en la parte externa que pueden extenderse por encima del suelo. La raíz

principal y el hipocotilo pueden ser infectados y volverse eventualmente medulosos (podrición seca de la raíz). El sistema de raíces laterales frecuentemente es destruído por el hongo, sin embargo, pueden desarrollarse grupos de raíces fibrosas encima de la lesión.

Las raíces secundarias desarrolladas mantienen viva la planta y puede llegar a la producción. Bajo condiciones secas, las hojas se toman amarillas y pueden caer; las vainas son pocas y parcialmente llenas con semillas pequeñas.

El hongo forma micro y macroconidias y clamidosporas; es un saprófito facultativo que puede vivir indefinidamente en todos los sustratos, especialmente en materia vegetal en descomposición; generalmente utiliza residuos de cosechas de frijol. Es posible que las conidias sean transportadas por el viento; otro medio de diseminación es el agua de riego y de escorrentía.

1.4.2 Fusarium amarillo

Es causado por Fusarium oxysporum Schlecht. f. phaseoli Kendrick y Snyder. Este organismo invade y decolora los haces vasculares del tallo y a menuda los pecíolos y pedúnculos. Puede haber enanismo si la planta es infectada muy joven. Las plantas infectadas no se marchitan de la manera característica como lo manifiestan otras plantas cuando son afectadas por especies diferentes de Fusarium. Los síntomas iniciales son: amarillamiento suave y caída de las hojas inferiores primero, y las superiores después. A medida que la enfermedad se vuelve severa, las hojas aumentan de coloración amarilla reconociéndose a alguna distancia las plantas enfermas, por el color del follaje. Este patógeno es transmitido externamente por la semilla.

1.4.3 Putrición parda de la raíz

Causada por el hongo Rhizoctonia solani Kühn.

Se denomina algunas veces como chancro o pudrición del tallo. El organismo tiene amplia distribución geográfica.

La enfermedad es más severa en plantas jóvenes; cuando ataca en los primeros estados de crecimiento, forma parte del complejo conocido como "damping-off". Afecta las raíces y el tallo tanto por encima como por debajo de la superficie del suelo.

Los síntomas se manifiestan como chancros de color pardo rojizo, de bordes definidos; crecen longitudinalmente y tienen diversas formas y tamaños; aparecen primero aislados y luego se unen formando lesiones más grandes las cuales en estados avanzados producen constricciones por donde se quiebran fácilmente las plantas. La parte aérea de las plantas afectadas presenta una considerable reducción del tamaño. Las plántulas son más susceptibles y pueden morir debido a la infección, mientras que adultas tienen el tallo algo lignificado y las lesiones apenas son evidentes, con poca reducción de la producción. En las vainas la enfermedad se manifiesta en forma de manchas húmedas.

Rhizoctonia es un habitante del suelo y por eso las ramas y vainas que quedan en contacto con él pueden infectarse fácilmente.

Las temperaturas del suelo entre 23 y 26°C y la alta humedad del mismo son favorables para el desarrollo del hongo. En terrenos húmedos se pueden observar síntomas por arriba del cuello de las plantas, mientras que en los de mejor drenaje el patógeno afecta solamente las raíces.

1.4.4 Putridi3n de la ra3z por Pythium

Llamada tambi3n algunas veces como tallo hueco, "damping-off", pudrici3n de la ra3z, pudrici3n del tallo o marchitamiento, es un complejo de diferentes especies de Pythium.

Las m3s comunes al frijol son: P. aphanidermatum (Edson) Fitz., P. ultimum Trow, P. debaryanum Hesse, P. myriotylum Drechs., siendo la primera, la m3s com3n en Am3rica Latina. Cuando las plantas son atacadas muy j3venes, Pythium causa una pudrici3n h3meda y r3pidamente mata las plantas. Esta forma de enfermedad es com3nmente llamada "damping-off". En tales casos la parte central del tallo es destruida por completo y 3ste aparece hundido. El tallo de la planta puede ser infectado por encima o por debajo de la superficie del suelo, y a partir de este punto de infecci3n el hongo se esparce produciendo una pudrici3n semisuave, desde incolora hasta caf3 oscuro.

Las plantas atacadas en la 3poca media del per3odo de crecimiento pueden sobrevivir por un tiempo pero luego se marchitan y eventualmente mueren. Si el clima es caliente y h3medo puede desarrollarse pudrici3n en el tallo y ramas laterales hasta las hojas; la corteza del tallo se vuelve blanda y viscosa y se separa f3cilmente del tejido vascular. En cambio si el clima es muy h3medo se puede ver un crecimiento algodonoso.

La presencia de las especies de Pythium est3 influenciada por los requerimientos de temperatura; es as3 como P. ultimum y P. debaryanum son frecuentes en temperaturas bajas, P. aphanidermatum y P. myriotylum lo son en temperaturas altas.

1.4.5 Añublo Sureño

Su agente causal es el hongo Sclerotium rolfsii (Curzi) West.

Los síntomas iniciales se presentan en forma de un ligero amarillamiento de las hojas inferiores y un oscurecimiento de la corteza del tallo justamente abajo del nivel del suelo. Cuando la pudrición avanza, se desintegran los tejidos afectados apareciendo sobre ellos una capa blanquecina constituida por el micelio del hongo; al mismo tiempo se acentúa el amarillamiento del follaje. Posteriormente ocurre el marchitamiento, la defoliación y la muerte de la planta.

Asociado al micelio aparecen pequeños cuerpos redondos, duros, inicialmente blancos y después pardos que son los esclerocios o estructuras de supervivencia del hongo. Cuando el micelio se extiende forma una especie de velo que invade los haces vasculares y llega hasta las ramas inferiores.

El hongo crece más vigorosamente cuando la temperatura es alta (30°C) y hay bastante humedad en el suelo.

1.5 Mustia Hilachosa

La Mustia Hilachosa o telaraña es causada por Thanatephorus cucumeris (Frank) Donk., estado perfecto del hongo Rhizoctonia microsclerotia Matz.

La primera señal de infección aparece en las hojas en forma de pequeñas manchas redondas, acuosas, de color más claro que la parte sana con un borde de color café rojizo. A medida que la infección avanza, las lesiones crecen y al coalescer cubren toda la hoja y ésta muere desprendiéndose del tallo. Si las condiciones ambientales son favorables, el micelio del hongo de color blanco-parduzco se desarrolla, envolviendo todas las partes de la planta y uniéndose entre sí las hojas muertas, los pe-

ciolos y las vainas. Sobre este micelio se desarrollan esclerocios pardos en gran número.

En las vainas, las heridas o lesiones son de color negro y de aspecto brillante con zonas concéntricas deprimidas las cuales pueden coalescer afectando toda la vaina. El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por alta temperatura (30°C) junto con alta humedad relativa.

El control se efectúa en base a siembra de variedades tolerantes a la enfermedad, buen espaciamiento entre las plantas para que haya aireación adecuada, rotación con cultivos inmunes a la enfermedad, destrucción de residuos de cosecha.

1.6 Mancha Gris

El hongo Cercospora vanderysti. P., Henn es el causante de dicha enfermedad. La Mancha Gris del frijol se manifiesta por la presencia de lesiones angulares color amarillo claro, de 2 a 5 mm de diámetro, las cuales aparecen inicialmente en el haz de las hojas; en estados más avanzados de la enfermedad, las lesiones pueden unirse cubriendo áreas mayores. Una alta infección ocasiona la caída prematura de hojas. Los signos característicos de la enfermedad aparecen en el envés de los folíolos, encima de las lesiones notándose denso crecimiento de conidióforos de color ceniza.

El hongo es difícil de cultivar en medio artificial y la mayor parte de la investigación ha utilizado la infección natural para seleccionar materiales resistentes. Otra forma de controlar la enfermedad se basa en la rotación de cultivos y en la destrucción de residuos de cosecha.

1.7 Mildeo Polvoso

Causado por el hongo Erysiphe polygoni DC. ex Merat., no provoca la muerte de las plantas de frijol. La acción de este organismo se limita a reducir su vitalidad, retardando con ello el crecimiento, y a causar deformaciones y enanismo en las vainas. Es una enfermedad que afecta todas las partes de la planta excepto las raíces.

Los primeros síntomas aparecen en las hojas en forma de pequeñas áreas poco definidas, de un color un poco más oscuro que el resto de la hoja. Más tarde, sobre estas áreas oscuras se notan pequeños puntos blancos de apariencia polvosa que alcanzan entre 0.1 y 1 cm de diámetro. Al aumentar de tamaño coalescen, formando sobre las hojas una ligera cobertura de apariencia de telaraña que puede llegar a cubrir toda la hoja y eventualmente, toda la planta. La masa polvosa está compuesta de micelio y de un gran número de conidias hialinas unicelulares.

En casos muy severos las hojas se deforman; se tornan pálidas y aún puede ocurrir defoliación quedando sólo las ramas. Las vainas pueden estar malformadas.

El hongo requiere temperaturas moderadas, baja humedad del suelo y ambiente seco para su desarrollo y disseminación.

La enfermedad puede controlarse a base de aplicaciones químicas de productos azufrados. El empleo de variedades resistentes proporciona un control bastante efectivo.

1.8 Enfermedades Fungosas de importancia secundaria

Además de las enfermedades anteriormente descritas, son frecuentes en el frijol otras de menor importancia económica y es conveniente para el investigador, tomar en cuenta su prevalencia y distribución pues si las condiciones climáticas les son favorables, pueden convertirse en graves problemas. Estas enfermedades son:

1.8.1 Manchas de Ascochyta

Son causadas por los hongos Ascochyta boltshauseri Sacc. y A. phaseolorum Sacc. en regiones con bajas temperaturas y alta humedad.

Los síntomas y signos de la infección en las hojas se caracterizan por lesiones zonadas de color verde oscuro a negro, con pequeños picnidios negros. Estas lesiones pueden aparecer también sobre el pedúnculo, pecíolo y vainas causando lesiones circulares sobre el tallo y aún la muerte de la planta. Su control se establece por medio de rotaciones de cultivo, empleo de semilla libre del patógeno, siembra de variedades resistentes.

1.8.2 Mancha Foliar por Alternaria

La mancha de Alternaria en las hojas es causada por varias especies de Alternaria. Los primeros síntomas aparecen en los folíolos como manchas pequeñas irregulares, café-rojizas, con un borde más oscuro. A medida que las manchas aumentan de tamaño, éstas se vuelven circulares con zonas concéntricas en el área afectada. En lesiones viejas se observan huecos en el centro de las mismas. Las lesiones pueden coalescer, formando áreas grandes de tejido muerto. Otro síntoma foliar es la presencia de una muerte descendente individual de los folíolos, desde el ápice o desde el margen; las lesiones pueden matar toda la hoja o los meristemos, reduciendo el vigor de la planta.

Hasta el presente ninguna medida de control es recomendable; como Alternaria es transportado internamente por la semilla en frijol, se recomienda entonces el uso de semilla limpia.

1.8.3 Mancha Harinosa

Es causada por el hongo Ramularia phaseolina Petrak. Su presencia es favorecida por condiciones de humedad y temperatura moderadas.

La infección se manifiesta por manchas blancas de 1 a 1.5 cm de diámetro, circulares o angulares, las cuales se recubren de un moho blanco polvoso. Para su diferenciación debe tenerse en cuenta que la mancha harinosa sólo se presenta en el envés de las hojas y tiene aspecto más polvoso, debido a los conidióforos blancos. La infección aparece primero en las hojas más bajas dispersándose hacia las superiores; usualmente no ataca las hojas más jóvenes. Con ataques severos puede observarse defoliación prematura. Es un síntoma exclusivo de las hojas.

Los tratamientos recomendados para el control de la Antracnosis ayudan a controlar esta enfermedad.

1.8.4 Moho Blanco

Su agente causal es el hongo Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) Dby = Whetzelinia sclerotiorum (Lib.) Korf and Dumont. Bajo condiciones de campo los primeros síntomas aparecen como manchas acuosas irregulares en los tallos, ramas y aún en las hojas. El organismo causal crece rápidamente y las lesiones se agrandan gradualmente, causando una pudrición húmeda en las partes afectadas. A menudo un exudado pardo sale de las vainas. Después los tejidos afectados se secan y si la temperatura aumenta, aparece sobre las lesiones un crecimiento blanco algodonoso que cubre las ramas y las hojas. Las hojas se tornan pálidas, luego amarillas y por último café. Si las lesiones son numerosas en los tallos, puede la planta morir en pocos días. Las vainas que quedan en contacto con el suelo son las más afectadas.

Entre las medidas que pueden emplearse para su control figuran: rotación de cultivos por periodos de 2 a 3 años, empleo de variedades resistentes, inundación del terreno por 2 ó 3 semanas, siembra con mayor espaciamiento entre plantas para una mayor aireación, uso de productos químicos.

2. ENFERMEDADES BACTERIANAS

2.1 Añublo Bacterial Común

El añublo común causado por Xanthomonas phaseoli (E.F. Sm.) Dows y el añublo fuscoso causado por X. phaseoli var fuscans (Burk.) Starr y Burk., són las enfermedades bacteriales de frijol de mayor importancia.

Los síntomas debidos a éstos patógenos son muy similares; además, las dos especies con frecuencia están asociadas en el campo y sólo se pueden diferenciar por su crecimiento en medios de cultivo. El desarrollo de las lesiones se inicia con manchas acuosas pequeñas, por lo general más notorias en el envés de las hojas y que al crecer coalescen y se convierten en áreas mayores de tejido necrótico de color café, rodeadas por un borde angosto de color amarillo claro. Ataques severos de éstos patógenos, pueden causar defoliación.

Las bacterias infectan también tallos y vainas, produciendo en las últimas, manchas acuosas y con frecuencia exudado de color amarillo. Durante la infección en la vaina, la bacteria penetra a través de la sutura e infecta los tejidos internos de la semilla en formación, manifestándose el daño por decoloración o manchas y arrugamiento en su superficie. En la infección del tallo se puede observar exudado viscoso del sistema vascular y por último, marchitamiento de la planta.

El desarrollo de estas enfermedades está favorecido por altas temperatura y humedad relativa. Su principal medio de transmisión es la semilla; otros medios son el agua de riego, la lluvia, el viento, los insectos y los residuos de cosecha.

Su control principal está en la utilización de semilla libre del patógeno, siembra de variedades tolerantes, adecuada rotación de cultivos; el control con productos químicos no es eficiente.

2.2 Añublo de Halo

El añublo de halo es causado por la bacteria Pseudomonas phaseolicola (Burk.) Dows. Sus síntomas son muy semejantes a los del añublo común, pero las manchas son un poco más acuosas que las de aquella enfermedad, dependiendo de las condiciones del clima. Todas las partes aéreas (hojas, tallos y vainas) de la planta atacada muestran síntomas de la enfermedad. Los primeros síntomas aparecen en las hojas como pequeños puntitos de color café, que al aumentar de tamaño forman a su alrededor un halo clorótico muy amplio, de donde le viene el nombre a la enfermedad. Las vainas atacadas también muestran manchas cafés, que al principio son de apariencia grasosa o cerosa y luego se cubren de una masa viscosa de color crema; al secarse, las manchas se vuelven rojizas. La bacteria se transmite también a la semilla y ésta queda infectada. El desarrollo de esta enfermedad se ve favorecido en regiones donde el clima es moderado (por debajo de los 20°C) y la humedad relativa es alta.

Se control se basa en el uso de semilla libre del patógeno y utilización de variedades tolerantes; su control por medio de productos químicos no ha mostrado alta eficiencia.

2.3 Enfermedades Bacterianas de importancia secundaria

Otras bacterias patógenas al frijol, de importancia secundaria son: el Marchitamiento Bacterial causado por *Corynebacterium flaccumfaciens* (Hedges) Dows., enfermedad frecuente en zonas bajas; la Mancha Bacterial causada por *Pseudomonas syringae* Van Hall; la Pústula Bacterial causada por una especie de *Xanthomonas* posiblemente *X. phaseoli* var. *sojensis*.

3. ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS

La planta de frijol es atacada por varios géneros de nemátodos tales como *Meloidogyne* spp., llamado nemátodo del nudo de la raíz, *Trichodorus* spp., *Pratylenchus* spp., *Belondalaimus gracilis*, *Heterodera* spp. y *Ditylenchus* spp.

Los nemátodos del nudo de la raíz, (*Meloidogyne* spp.) ocasionan numerosas agallas y tumores que varían de forma y tamaño, a lo largo de la raíz principal y de las raíces secundarias. Las raíces de la planta se deforman, lo cual dificulta su desarrollo normal. Las plantas son débiles, crecen poco y toman coloración pálida o amarilla; las hojas son pequeñas, alargadas y mal formadas. Durante la floración hay gran porcentaje de abscisión, lo que ocasiona una disminución considerable del rendimiento. Las agallas en la raíz son irregulares y están firmemente adheridas, a diferencia de los nódulos producidos por *Rhizobium*, que son redondos y que al estar expuestos lateralmente, se desprenden con facilidad.

Este organismo se encuentra en regiones donde hay altas temperaturas (25 - 30°C), suelos arenosos, ligeros, con buen drenaje y algo secos. Se disemina fácilmente por medio del agua de riego y también por los implementos de labranza y por los animales.

Para disminuir la población de nemátodos en el suelo, se recomiendan las siguientes medidas: rotación de cultivos (incluyendo cereales), inundación del terreno durante 1 ó 2 semanas, empleo de variedades resistentes y tratamiento del suelo con nematicidas.

4. ENFERMEDADES VIRALES

4.1 Virus transmitidos por Afidos

4.1.1 Virus del Mosaico Común del Fríjol (Bean Common Mosaic Virus, BCMV)

Este virus se registra en cualquier sitio donde se cultiva el fríjol. Es la enfermedad más importante y de mayor frecuencia en los cultivos de fríjol. El porcentaje de infección varía de un 15 a un 100% según la variedad, y dependiendo de la edad cuando la planta es afectada por el virus. Iwanowski lo registró por primera vez en Rusia en 1894.

Las plantas afectadas por este mosaico muestran una reducción en su tamaño. Los síntomas más característicos se manifiestan en las hojas trifoliadas, las cuales presentan malformación, áreas verde oscuras a lo largo de las venas principales en contraste con el resto de la hoja que posee color verde más claro. Las hojas pueden presentar considerable arrugamiento, irregularidades en su forma y ser más delgadas y largas que las normales con acopamiento hacia abajo. Las vainas de plantas afectadas severamente pueden mostrar manchas verdes oscuras y claras, reducción en el tamaño y semillas de tamaño inferior al normal.

Los síntomas difieren de acuerdo con la variedad, con la edad de la planta, la cepa o variante del virus, y con las condiciones climáticas bajo las cuales crece el fríjol. Cuando la infección proviene de la semilla, las hojas primarias, la una o ambas, pueden mostrar un suave moteado, algo curvadas y de menor tamaño que las sanas. Los síntomas de mosaico no pueden reconocerse en los tallos o semillas. Las temperaturas altas (15 - 25°C) favorecen la expresión de los síntomas y las bajas (10 - 15°C) tienden a enmascararlos.

Las plantas de algunas variedades al ser infectadas en el campo presentan algunas veces manchas necróticas en forma de tela de araña en las hojas inferiores; probablemente estas lesiones corresponden al sitio de introducción del virus por su vector.

Existe una cepa o variante del virus conocida como "raíz negra" o "black root" que ataca determinadas variedades de frijol que poseen un tipo de resistencia asociado a hipersensibilidad (gene I) y en la mayoría de los casos las plantas se comportan en el campo como si fueran inmunes. Bajo condiciones determinadas y con altas temperaturas las plantas pueden ser invadidas sistémicamente, con inicio de necrosis necrosadas, que se van manifestando en las hojas nuevas del ápice. Hay pérdida del color verde de la planta, marchitamiento general permanente de todas las hojas y finalmente muerte de la planta. Las plantas afectadas desarrollan también necrosis vascular de las raíces, tallos, venas y vainas, a veces con un rayado unilateral y decoloración externa de los pecíolos e hipocotilo más bajo. El rayado necrótico se puede extender a las suturas de la vaina con decoloración vascular de las vainas afectadas. La producción de las plantas afectadas es nula.

El principal vector del BCMV es el áfido Myzus persicae Sulzer, aunque otros áfidos como Aphis gossypii Glov., A. medicaginis Koch, A. rumicis L., A. fabae Scol., Macrosiphum pisi (Kalt.), M. Solanifolii (Ashm.) pueden también transmitirlo en forma no persistente; este virus se transmite por semilla (20 - 90%). Además de transmisión mecánica por insectos y por la semilla, existe transmisión por polen de plantas afectadas a plantas sanas.

Con respecto a los hospedantes, este virus se limita a especies de phaseolus como

P. lunatus, P. acutifolius, P. calcaratus, P. lathyroides, P. vulgaris; se ha encontrado que la maleza Rhynchosia minima es un buen portador del virus.

El virus causante del BCMV es una partícula alargada, flexible de 750 nm de largo por 15 nm de ancho. Tiene un punto de inactivación termal de 56 - 58°C, punto final de dilución de 1:1000 y longevidad in vitro de 28 horas a 18°C.

Un control eficiente se efectúa por el uso de variedades resistentes y por el empleo de semilla "limpia" (semilla libre de patógenos). El raleo o extracción de plantas infectadas se útil para reducir la cantidad de fuente propagadora de inóculo, al igual que el control de insectos vectores.

4.1.2 Virus del Mosaico Amarillo del Frijol (Bean Yellow Mosaic Virus, BYMV)

Su ocurrencia en los trópicos no es tan frecuente como la del mosaico común. Cuando hay presencia de este mosaico en plantas de frijol, primero manifiestan doblamiento de los folíolos; las manchas cloróticas sobre las hojas se extienden e intensifican con el crecimiento y edad de la planta produciendo un mosaico verde-amarillento. Hay reducción en el crecimiento debido al acortamiento de los entrenudos; las hojas también presentan encrespamientos, rugosidades y malformaciones. Las vainas que se logran producir pueden presentar moteados y malformaciones. La madurez de plantas afectadas se retarda grandemente y la producción de semilla se reduce. Algunas cepas causan epinastia y muerte de las plantas.

Este virus se transmite mecánicamente y, en la naturaleza lo llevan a cabo varias especies de áfidos tales como Myzus persicae Sulzer, Aphis fabae Scop., Macrosiphum pisi (Kalt.) M. Solanifolii (Ashm.). No es transmitido por la semilla en frijol.

Es causado por un virus cuya partícula es alargada, flexible, de 750 nm de largo por 15 nm de diámetro, idéntico morfológicamente a la del BCMV.

Su control se efectúa a base de variedades resistentes, control de insectos vectores, extracción de plantas afectadas y la no siembra de frijol cercano a plantaciones de gladiolos o leguminosas hospederas del virus.

4.2 Virus transmitidos por Moscas Blancas

La aparición de ellos está determinada por la presencia del insecto vector, el cual no se encuentra a alturas mayores de los 1.500 m de altura sobre el nivel del mar y a temperaturas por debajo de los 20°C.

4.2.1 Virus del Mosaico Dorado del Frijol (Bean Golden Mosaic Virus, BGMV)

Es el más importante de los virus transmitidos por moscas blancas. Los síntomas de la infección son más notables cuando las plantas ya han desarrollado 3 ó 4 hojas trifoliadas. Los primeros síntomas pueden ser observados como un enrollamiento hacia abajo de las hojas jóvenes acompañados de corrugaciones y malformaciones, las cuales más tarde muestran un color amarillo intenso. Este mosaico de áreas verdes y amarillas definidas puede ser predominante en las venas o incluir áreas circunvecinas a ellas. En la mayoría de las variedades hay poca reducción en el tamaño de las hojas y de la planta. Las vainas provenientes de plantas infectadas pueden presentar manchas doradas y malformaciones. Las pérdidas en rendimiento varían de acuerdo con la variedad del frijol y edad de la planta al inicio de la infección, ya que pueden llegar a ser de un 100% cuando las plantas son afectadas en los primeros 15 días de edad, disminuyéndose éstas a un 25% al ser atacadas 30 días después de la siembra.

La mosca blanca (Bemisia tabaci Genn.) es su agente vector, aunque mecánicamente puede lograrse su transmisión. Las semillas provenientes de plantas infectadas con este mosaico, no son portadoras de la enfermedad.

Su forma de control se basa en la eliminación de su agente vector por medio de insecticidas, extracción de plantas afectadas, erradicación de plantas afectadas, erradicación de plantas hospederas al virus o el aislamiento de las siembras de frijol de dichos hospederos.

4.2.2 Virus del Moteado Clorótico o Enanismo Moteado del Frijol

Las plantas de frijol cuando están afectadas con este mosaico adquieren generalmente una reducción en el tamaño y toman forma racimosa. Las hojas presentan manchas cloróticas definidas. En infecciones tardías, los síntomas son evidentes sólo en los brotes nuevos. Las manchas amarillas en las hojas más viejas son relativamente pocas y van acompañadas por un enrollamiento hacia abajo de los folíolos. Las plantas infectadas generalmente no producen vainas, pero cuando las hay son malformadas y con semillas corrugadas y pequeñísimas. En estados avanzados de infección, hay una típica proliferación de yemas florales que no producen. En ataques tempranos las plantas se enanifican severamente, y adquieren aspecto de escoba de bruja.

Estos síntomas son similares a los descritos por Costa en Brasil para el virus de la "Clorosis infecciosa de las Malváceas", siendo Sida el principal hospedante y también para el virus descrito en Puerto Rico por Bird como el "Mosaico de la Rhynchosia".

Su agente transmisor es la mosca blanca Bemisia tabaci Genn., y no es transmisible por la semilla. Posee muchos hospedantes naturales como Rhynchosia minima,

Sida, Pavonia, etc. En soya, causa un mosaico dorado con síntomas similares a los del Mosaico Dorado del frijol.

El mejor medio de control se efectúa con el empleo de variedades resistentes.

Puede reducirse con extracción de plantas afectadas y el uso de insecticidas para controlar el vector.

4.2.3 Virus del Arrugamiento de la Hoja de Frijol = Mosaico de las Euphorbiaceas (EMV)

La presencia de plantas afectadas con este mosaico en el campo es ocasional. Cuando hay infección, las plantas muestran hojas y folíolos enroscados y torcidos como resultado de un crecimiento desigual, provocado por la presencia de lesiones cloróticas y/o necróticas locales en ciertas áreas foliares. Las lesiones en hojas primarias siguientes a la alimentación del vector virulífero son generalmente de tipo necrótico. La infección sistémica se desarrolla raras veces, presentándose las lesiones como necróticas esparcidas o cloróticas en hojas trifoliadas.

Puede haber desarrollos axilares anormales y como consecuencia enanificación de la planta.

Es transmitido por la mosca blanca Bemisia tabaci Genn., y es causado por el "Virus del Mosaico de la Euphorbia". No es transmitido por la semilla, pero sí mecánicamente a algunos hospedante y no a frijol.

Entre las medidas de control cabe mencionarse el químico contra los insectos vectores; erradicación de plantas afectadas; evitar siembra de frijol en áreas cercanas a poblaciones de la maleza Euphorbia y en zonas donde existan hospedantes del vector.

4.3 Virus transmitidos por Insectos Crisomélidos

4.3.1 Mosaico Rugoso del Frijol (Bean Rugose Mosaic Virus, BRMV)

La enfermedad fue observada por primera vez en Turrialba, Costa Rica, en el período de 1964 a 1968. En general las plantas infectadas con el virus del mosaico rugoso muestran un mosaico severo de tonos verdes, abultamientos y deformaciones de las hojas trifoliadas en forma de rugosidad o ampollas, como si fueran afectadas por herbicidas del tipo 2-4-D. Las hojas tienen apariencia rugosa y textura coriácea. Ocasionalmente se observa necrosis de venas principales en las hojas primarias de algunas variedades. Las vainas de las plantas infectadas muestran diversos grados de malformación y moteado, aunque en algunas variedades este síntoma no es evidente.

Una cepa más severa del virus produce ampollas (enaciones) en el envés de las hojas. La planta en general presenta malformación.

El virus no es transmitido por semilla proveniente de plantas infectadas; además de transmitirse mecánicamente, 3 especies de crisomélidos Dialroica balteata Lecante, D. adelpha Harold, y Ceratomya ruficornis Oliver, pueden transmitirlo.

Es un virus que posee partículas polihédricas de 28 nm de diámetro, punto de inactivación termal de 65 a 70°C, punto final de dilución de 1:10.000 y un envejecimiento in vitro de 48 horas a 22°C.

4.3.2 Moteado de las Vainas

Los síntomas se asemejan a los del "Mosaico Sureño del Frijol", pero en general el moteado sistémico es más intenso. Las plantas infectadas presentan moteado sistémico severo con clorosis extensiva, hojas malformadas pero sin arrugamiento. Las hojas trifo-

liadas de algunas variedades son moteadas, necróticas y pueden morir. los síntomas son más severos en las vainas las cuales muestran moteado intenso, malformaciones, rizamientos, acortamiento algo verrugosas y frecuentemente adquieren una tonalidad verde más intensa de lo normal.

No es transmisible por la semilla. Su agente vector son los crisomélidos Cerotoma trifurcata Forst, Diabrotica balteata, D. undecimpunctata, Epilachna varivestis, Colopsis flavida, C. lata y Epicanta vittata. Es transmitido por medios mecánicos.

En cuanto a las medidas de control, son similares a los del Mosaico Sureño del Frijol.

4.3.3 Virus del Mosaico Sureño del Frijol (Southern Bean Mosaic Virus, SBMV)

Las plantas infectadas desarrollan un moteado sistémico suave con bandas en las venas; la presencia de rugosidades y malformaciones de los folíolos alcanzan la máxima intensidad cuando las plantas se aproximan a la madurez. La reducción del tamaño de la planta y malformaciones severas son comunes en algunas variedades muy susceptibles, o con algunas cepas del virus.

Los síntomas en las vainas son generalmente severos. Estas se distorsionan y adquieren coloraciones verde oscuro o moteadas, reduciéndose notoriamente su producción.

El virus es transmisible mecánicamente y su principal agente vector es el escarabajo de la hoja del frijol Cerotoma trifurcata Forst, y es portado por la semilla en un grado limitado, específicamente en la cubierta.

Posee partículas isométricas de 25 - 26 nm de diámetro, punto de inactivación termal entre 90 y 95°C, punto final de dilución 1:4.000.000 y envejecimiento in vitro de 32 semanas a 18°C.

Para su control se emplean variedades resistentes, "semilla limpia" (libre de patógenos), extracción de plantas infectadas, control del insecto vector por medio de insecticidas.

4.3.4 Moteado Amarillo*

El virus del Moteado Amarillo o "Yellow Stipple" del frijol no parece que cause reducciones importantes en la producción de frijol.

Al inicio, las plantas infectadas muestran un moteado sumamente leve, apareciendo posteriormente manchas pequeñas amarillas en las hojas trifoliadas. Estas manchas pueden coalescer y formar manchas o áreas amarillas de bordes definidos y forma irregular. Las manchas disminuyen en intensidad y número en las hojas formadas al acercarse la floración. Ligeras variaciones se han observado en la severidad de los síntomas de acuerdo a la variedad, época de infección y condiciones climáticas. Algunas variedades muestran leves reducciones en el crecimiento. En general las plantas infectadas no muestran deformaciones, rugosidades o mosaicos asociados a otros virus del frijol.

Es un virus transmitido fácilmente en forma mecánica; no se conocen los insectos vectores, pero parece que sea por medio de coleópteros; las especies Carotoma ruficornis y Diabrotica balteata se han identificado como vectores en Centro América.

Posee partículas isométricas de 26 - 30 nm de diámetro, soporta temperaturas de 74°C, diluciones de hasta 1:50,000 y permanece infeccioso por 5 días a 18°C.

No existe información sobre métodos de control de este virus en el frijol; todas las variedades de frijol probadas experimentalmente han sido susceptibles.