

Distribución agroecológica de enfermedades del frijol en Costa Rica

Carlos Manuel Araya F.¹
Juan Carlos Hernández F.²

RESUMEN. El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un componente importante en la dieta del costarricense. Su consumo, sobre todo en zonas rurales, alcanza los 15,6 kg *per capita*, con una demanda nacional de alrededor de 40 000 t/año. Es un cultivo muy susceptible a las enfermedades, las cuales se extienden por las principales regiones agrícolas del país, causando pérdidas de rendimiento que varían en magnitud, dependiendo de las condiciones agroecológicas y del sistema de cultivo empleado. En este artículo, se describen las condiciones climáticas de las regiones agrícolas de Costa Rica donde se cultiva el frijol en mayores extensiones, y se analizan los diferentes sistemas de cultivo. Las enfermedades se discuten de acuerdo con su distribución geográfica e importancia relativa en cada región, y se comentan algunas medidas de combate de uso frecuente por los agricultores de la zona.

Palabras clave: Regiones agrícolas, clima, enfermedades del frijol, medidas de combate, *Phaseolus vulgaris*.

ABSTRACT. Agroecological distribution of bean diseases in Costa Rica. The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is an important component of Costa Rica's diet. Its *per capita* consumption is about 15.6 kg and national demand approaches 40 000 t/year. *P. vulgaris* is susceptible to several diseases, which are distributed in the most important bean growing regions and cause significant losses, depending on both environmental conditions and crop system. This paper describes climate conditions in bean-growing agricultural regions and analyses cropping systems. The most important bean diseases are discussed according to their geographical distribution and relative importance in each region. The most frequent control measures used by growers are also commented upon.

Key words: Agricultural regions, climate, bean diseases, control measures, *Phaseolus vulgaris*.

Introducción

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un componente importante de la dieta del costarricense, sobre todo en las zonas rurales, donde el consumo *per capita* anual se mantiene en alrededor de 15,6 kg (Rodríguez y Dumaní 2000). Hasta hace unos años, el cultivo del frijol estaba concentrado en manos de pequeños y medianos productores, que utilizaban el grano para su propio consumo y para abastecer el mercado local a pequeña escala, lo que ayudaba a mejorar los ingresos familiares. Sin embargo, a partir de los años 90, la actividad se ha ampliado y los grandes productores también participan de la producción nacional, sobre todo en la zona norte del país. Pese al aumento en el área sembrada y mejores rendimientos, aún no se ha logra-

do satisfacer las necesidades de consumo nacional. Por esta razón, se ha recurrido a importaciones, que en el 2001 alcanzaron las 23 154 t (Salazar 2002).

En Costa Rica, el área de siembra de frijol sufrió una disminución importante a mediados de la década de los 90 cuando, por políticas gubernamentales, se pasó de 69 580 ha a inicio de la década a solo 32 477 ha en 1996. Esta tendencia no se ha podido revertir, y para el período 2001-2002 el país logró cosechar apenas 19 250 ha (Mora *et al.* 1999, Salazar 2000, Salazar 2002).

Existe una serie de factores que inciden en la producción de frijol. Algunos son de origen externo, como la apertura de mercados y la política del gobierno de favorecer la importación del grano, que han causado

¹ Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional. Costa Rica. caraya@una.ac.cr

² Instituto Nacional de Innovación y Trasferencia en Tecnológica Agropecuaria. Costa Rica. j.hernandez@costarricense.cr

desazón e incertidumbre entre los productores. Otros factores están relacionados con el manejo agronómico del cultivo, como las épocas de siembra, las variedades utilizadas, los problemas nutricionales y las plagas. Dentro de estas últimas, las enfermedades presentan una vasta distribución geográfica y causan enormes pérdidas en el rendimiento.

Entre los granos básicos, el frijol es uno de los cultivos más susceptibles a las enfermedades, las cuales reducen significativamente el rendimiento en la mayoría de las zonas productoras (Schoonhoven y Voysest 1994). En Costa Rica se tienen informes de la presencia de mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Mang.) Scrib), roya (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Ungers), mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris), y virus del mosaico común. Sin embargo, más recientemente, debido al cambio en las variedades comerciales, a las alteraciones en el clima, y a la incorporación de nuevas áreas de cultivo, otras enfermedades se presentan con frecuencia y en ocasiones causan severas epifitias, como la pudrición radicular (*Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* (Burk.) Snyder & Hans.), pudrición gris (*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid), y el añublo sureño (*Sclerotium rolfsii* Sacc.).

Zonas de producción de frijol

Gracias a su variabilidad genética, el frijol es un cultivo que se adapta a diversas condiciones climáticas, existiendo desde variedades propias de las zonas andinas hasta las mesoamericanas, que crecen en condiciones de temperatura más alta. En Costa Rica, el frijol se cultiva desde los 40 hasta los 1200 msnm. Sus requerimientos de agua van de 300 a 400 mm de lluvia, esenciales durante las etapas de floración, formación y llenado de vainas; el exceso de agua afecta el desarrollo de la planta y favorece el ataque de patógenos de la raíz (MAG 1991). La temperatura óptima se encuentra entre los 16 y 25°C, con una máxima alrededor de 27°C; las temperaturas inferiores a los 15°C retardan la germinación y el desarrollo de la planta. Las temperaturas demasiado altas suelen inducir el aborto de flores y vainas (Michaels 1991).

Costa Rica está dividida en seis regiones agrícolas: Huetar Norte, Chorotega, Pacífico Central, Huetar Atlántica y Brunca (Fig. 1). Gracias a la amplia adaptabilidad del frijol, su cultivo se presenta en las seis regiones agrícolas, pero la Región Huetar Norte

es la que actualmente cuenta con la mayor extensión de área sembrada, seguida por la Región Brunca. En cuanto a la producción, las demás regiones representan porcentajes muy bajos, como la Chorotega, con 4,4%, y el Pacífico Central, con 5,0% (Salazar 2000).

De acuerdo con Herrera (1985), estas zonas poseen condiciones climáticas que las caracterizan. Así, por ejemplo, la Región Huetar Norte (RHN) presenta condiciones de clima húmedo, temperatura de 25–30°C, con una estación seca moderada o corta, que va desde 70 a 35 días con déficit de agua, o menos de 35 días intermitentes con déficit de agua, respectivamente. Las principales áreas productoras de frijol se encuentran en las zonas de vida clasificadas como bosque húmedo tropical (bh-T) y bosque húmedo pre-montano (bh-P) (Holdridge 1978). Los terrenos para la siembra se ubican en altitudes entre los 300 y 500 m.

La Región Brunca (RB) es muy variada en cuanto al tipo de suelo, altitud, topografía y tamaño de las fincas. El clima se caracteriza por ser húmedo, muy caliente, con una estación seca de más de 70 días con déficit de agua, y un período mayor de alta precipitación. El frijol es sembrado en terrenos ubicados entre los 300 y 900 msnm (Herrera 1985). La precipitación promedio anual varía entre 2424 mm en Pejibaye de Pérez Zeledón a 3970 mm en Puerto Jiménez. Asimismo, la temperatura oscila entre 18 y 32°C (Hernández *et al.* 1999). De acuerdo con Holdridge (1978), las áreas productoras se ubican en las zonas de vida bh-T y bosque muy húmedo pre-montano (bmh-P). Los principales cantones productores son Pérez Zeledón, Buenos Aires y Coto Brus.

La Región Central abarca varios cantones de la Meseta Central. El clima es húmedo o subhúmedo seco, templado o caliente, con estación seca moderada o muy larga (Herrera 1985). En términos de suelo, se caracteriza por pendientes de 15 a 30%, fertilidad aparente moderada y acidez con pH entre 5,5 y 6,4. El frijol se encuentra sembrado desde los 900 hasta los 1100 msnm, la temperatura oscila entre 22 y 24°C (Herrera 1985). El cultivo está ubicado en las zonas de vida bh-P y bmh-P (Holdridge 1978).

Sistemas de siembra

En Costa Rica se distinguen tres sistemas de siembra del frijol: tapado, a espeque y semi-mecanizado. La modalidad del tapado fue ampliamente utilizada en terrenos de topografía quebrada que limitaban no solo el uso de otros sistemas de producción de frijol, sino de



Figura 1. Regiones agrícolas de mayor producción de frijol en Costa Rica, sus características climáticas y enfermedades más importantes.

cualquier otro cultivo. Es un sistema seguido por productores de escasos recursos con terrenos de reducido potencial agrícola, que en muchas ocasiones buscan nuevos terrenos o los alquilan para continuar con su actividad (Araya y González 1992). Las variedades utilizadas son de hábito de crecimiento indeterminado.

Este sistema no demanda mucha mano de obra y el cultivo se desarrolla sin la aplicación de pesticidas u otros insumos, pero los rendimientos no superan los 300 kg/ha. Parte del sistema es el uso reiterado de variedades criollas, lo que favorece la acumulación de poblaciones de patógenos transmitidos por semilla, como, por ejemplo, los que causan antracnosis y bacteriosis. El sistema tiene la ventaja de reducir la infección por mustia hilachosa, al formarse una cobertura vegetal que impide la salpicadura de inóculo del suelo.

Las áreas sembradas de frijol tapado han disminuido debido a la reducción de la frontera agrícola, lo que provocó una reducción en los ciclos de rotación de los terrenos y su fertilidad se erosionó hasta llegar a niveles de deficiencia crónica de los nutrimentos básicos (Araya y González 1992). Actualmente, el área de frijol tapado no supera el 5% del total del área sembrada.

El sistema a espeque se presta para ser empleado cuando el productor cuenta con recursos para enfren-

tar mayores costos, pero no dispone de terrenos aptos para la siembra mecanizada, o el acceso a este servicio es limitado. Este sistema contempla el uso de variedades mejoradas, fertilizante, herbicidas y fungicidas. Es usado por pequeños productores con áreas de 2 a 4 ha, con amplio uso de mano de obra familiar.

La siembra a espeque tradicional contempla la preparación del terreno con un arado tirado por bueyes, siembra con el espeque o chuzo, aplicación de herbicida y fertilización a los ocho o diez días después de la siembra. Este sistema es altamente erosivo, por lo que el agricultor tiene que introducir variantes para reducir ese efecto. Además, se favorece el ataque de patógenos por la salpicadura de lluvia.

Una variante del sistema es el espeque con mínima labranza, utilizado en terrenos con pendiente alta (ladera). Consiste en sembrar sobre los residuos de cosecha del cultivo previo, que en la mayoría de los casos es maíz. Bajo estas condiciones, el espeque es sustituido por el golpe con macana, que permite cortar la cobertura y las paredes del hoyo de siembra no son compactadas. Otra variante es la quema con fuego de la cobertura existente y posterior siembra.

La modalidad semi-mecanizada está muy difundida en la RHN, donde ha permitido obtener rendi-

mientos de hasta 1,6 t/ha, sobre todo debido al uso de semilla certificada de variedades mejoradas (Carrillo 1999). El terreno se prepara con una arada y dos rastreadas y la aplicación de un herbicida pre-emergente. La siembra y la fertilización son mecanizadas y se aplican plaguicidas durante el ciclo del cultivo.

En el cultivo semi-mecanizado también existe la variante de mínima labranza, donde la siembra se hace con equipo especializado. El sistema expone muy poco el suelo a la erosión, ya que prácticamente la mayor parte del rastrojo de la cosecha anterior queda sobre su superficie, lo que reduce el proceso de degradación de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Debido a la influencia climática del Caribe, en los últimos años se ha limitado la oportuna preparación del terreno y la definición de una época de siembra estable para la RHN. La oscilación en la fecha de siembra ha ocasionado dificultades para secar el grano durante la cosecha, lo que en muchas ocasiones es causa de rechazo de lotes reproductores de semilla, por el deterioro del grano (Carrillo 2000).

Enfermedades frecuentes en la Región Huetar Norte

La RHN comprende los cantones de Upala, Guatuso, Los Chiles y San Carlos. En la actualidad, es la principal zona productora de frijol, aportando 9 680 ha, que representan el 67% de la producción nacional (Salazar 2002). Desde inicios de la década de los 90, se ha presentado un desplazamiento de la producción hacia esta Región, en detrimento de la RB, principalmente.

El 5% del área sembrada en Upala y Guatuso corresponde al sistema de frijol tapado, y 90% al sistema a espeque; por su parte, en Santa Rosa y Los Chiles, el 90% de las explotaciones se dan bajo el sistema semi-mecanizado (Ledezma 2000).

Las enfermedades prevalecientes en la RHN, en orden de importancia, son: mustia hilachosa, mancha angular, pudrición radicular, roya, pudrición gris y el añublo sureño.

La mustia hilachosa se encuentra distribuida por toda la región, donde las condiciones de mucha precipitación y temperatura elevada favorecen el patógeno. Todas las variedades comerciales sembradas son susceptibles a la enfermedad; sin embargo, los agricultores han encontrado en la variedad Guaimí un material con resistencia intermedia al patógeno. También la variedad Huasteco constituye una opción para reducir la severidad de mustia por el mayor grosor y consistencia de las valvas, lo que reduce la dehiscencia natural

de la vaina y el deterioro del grano en condiciones de mucha humedad.

Para manejar la mustia hilachosa, el productor de la zona utiliza dos prácticas fundamentales: aplicación de funguicidas y labranza mínima. Los funguicidas de mayor uso son mancozeb, aplicado en forma preventiva, y carbendazim, con aplicaciones de dos a tres semanas después. El uso de la labranza mínima es una práctica que se ha difundido en los últimos años. Se ha observado que la incidencia y la severidad de la mustia hilachosa es menor en campos bajo ese sistema de cultivo, probablemente debido al efecto de la cobertura vegetal del suelo, que reduce la salpicadura por lluvia y la consecuente diseminación de esclerocios de *T. cucumeris* (Rojas y Chávez 2002).

La incidencia y severidad de la mancha angular ha experimentado un aumento significativo, no solo en esta Región, sino en todo el país. En lotes reproductores de semilla, es una de las principales causas de rechazo por defoliación precoz de la planta (Carrillo 2000). Actualmente no se cuenta con variedades comerciales resistentes; no obstante, el plan de mejoramiento que coordina el Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología (PITTA frijol) cuenta con un grupo de líneas que han mostrado resistencia a la enfermedad (Araya y Orozco 2002). Hasta la fecha, la aplicación de funguicidas es la práctica más común para combatirla; entre los más usados sobresalen benomil y mancozeb. Recientemente, se obtuvieron buenos resultados experimentales con azoxistrobina, pero aún no se ha implementado su uso en siembras comerciales.

Con menor frecuencia, se puede encontrar la roya. En general, esta no es una enfermedad primaria del frijol en Costa Rica, donde las condiciones ambientales parecen no ser las óptimas para el desarrollo de epifitias. La roya se ha detectado en algunas siembras comerciales, pero su incidencia y severidad no alcanzan niveles de importancia económica.

Los patógenos que causan pudrición de raíz se encuentran distribuidos por toda la RHN y su incidencia está íntimamente ligada a condiciones climáticas favorables. *F. solani* se observa con frecuencia en los campos, pero si el cultivo se desarrolla bajo condiciones adecuadas de nutrición y humedad, la reducción en el rendimiento es mínima. La severidad aumenta bajo condiciones de estrés por sequía o condiciones de alta humedad del suelo y temperatura de alrededor de 22°C. En el período 1997-1998, cuando el país sufrió la influencia del fenómeno del Niño, las pudriciones

radicales causadas por *Fusarium*, *Sclerotium* y *Macrophomina*, fueron las principales causas de pérdidas en esta región. La alta temperatura y la sequía favorecieron el ataque de *Sclerotium* y *Macrophomina*, dos patógenos que no son frecuentes bajo las condiciones climáticas normales de la zona. Así, la presencia de pudriciones radicales es variable y obedece a factores ambientales que favorezcan la infección.

Enfermedades frecuentes en la Región Brunca

Actualmente, la RB es la segunda en importancia como productora de frijol. Durante el ciclo 2001-2002 se sembraron 5 515 ha y la región aportó el 20% de la producción nacional (Salazar 2002). La RB comprende los cantones de Pérez Zeledón, Buenos Aires, Corredores, Osa y Coto Brus, donde predominan los pequeños productores bajo el sistema de siembra en espeque y tapado. En esta zona está más extendido el uso de variedades criollas (Cuadro 1).

El frijol se siembra en la primera época (mayo) en Pejibaye de Pérez Zeledón y algunas áreas de Buenos Aires, mientras que en el resto de las localidades se acostumbra sembrar solo en la segunda época (octubre), alternando en los terrenos dedicados a la siembra de maíz durante la primera época. El agricultor prefiere el uso de variedades criollas por su precocidad y mayor adaptación a las condiciones de cultivo en la Región. Estos factores han desfavorecido a las variedades mejoradas con mayor potencial de rendimiento, pero con un ciclo de hasta 23 días más (Hernández *et al.* 1999).

Las enfermedades más comunes en la RB son: mustia hilachosa, antracnosis, mancha angular, amachamiento (virus moteado clorótico del caupí (CCMV)), pudriciones radicales causadas por

Fusarium y *Rhizoctonia solani* Kühn, falsa mancha angular (*Aphelenchoides besseyi* Christie), *S. rolfsii*, bacteriosis común (*Xanthomonas axonopodis* (= *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye)) y carbón (*Entyloma* sp.).

Históricamente, la mustia y la antracnosis son las enfermedades más frecuentes y severas. La mustia se encuentra distribuida en diferentes zonas ecológicas y ataca la mayoría de las variedades criollas cultivadas en la Región. Esta enfermedad causa infección severa en la mayoría de los materiales comerciales. En el año 2000, se liberó en esta zona la variedad Bribri, que posee resistencia intermedia al patógeno (Rosas *et al.* 2003). La infección por *T. cucumeris* se debe principalmente a inóculo residual (microesclerocios) en el suelo. Excepcionalmente, durante el 2001 se observó una mayor incidencia de mustia causada por basidióspora, la fase sexual del hongo. En este caso, la lesión es circular (2-3 mm de diámetro), necrótica, de color pardo con centro más claro (el síntoma se conoce como “ojo de gallo”).

En la RB se ha extendido más el uso del combate químico de la mustia. Los agricultores de las zonas de mayor producción de frijol acostumbran realizar entre una y cuatro aplicaciones de fungicidas, como fentin-hidróxido, benomil, mancozeb o propineb.

La antracnosis se encuentra en niveles elevados de infección en la mayoría de las áreas sembradas, con excepción de la zona de San Vito y Ciudad Neily, donde su incidencia es menor debido, probablemente, a que la alta temperatura prevaleciente la mayor parte del año no favorece el desarrollo de la enfermedad. Las poblaciones de *C. lindemuthianum* han mostrado ser muy variables en todo el mundo, por lo que la presencia de diversas razas fisiológicas es normal en el campo (Araya y Cárdenas 1999, Araya *et al.* 2001).

Cuadro 1. Variedades criollas utilizadas en la Región Brunca y sus principales características agronómicas.

Variedad	Características agronómicas
Sacapobres	Susceptible a mustia y antracnosis, alto rendimiento, ciclo 60 días
Aguacatillo	Susceptible a mustia y antracnosis, alto rendimiento, ciclo 60 días
Chimbolo negro	Alto rendimiento
Chimbolo rojo	Alto rendimiento
Kiubra	Tolerante a enfermedades, bajo rendimiento
Vaina blanca	Susceptible a mustia y antracnosis, buena adaptación
Multilínea	Mezcla física de variedades, amplia adaptación
Otras criollas	Susceptible a enfermedades e insectos, bajo costo de producción

Fuente: Hernández *et al.* 1999.

Esta diversidad se ha detectado en parcelas experimentales y campos comerciales.

La antracnosis es endémica debido al uso continuo de grano comercial, sin control de sanidad, como semilla para la siembra. Otro factor incidente es el intercambio de semilla contaminada entre agricultores, muchas veces de zonas distantes.

En los últimos años, en la RB, se ha presentado una variante de la antracnosis, con síntomas ligeramente diferentes a los normalmente descritos para la enfermedad. Se caracteriza por producir lesiones necróticas de color pardo-rojizo sobre las venas, visibles tanto en el haz como en el envés de la hoja; la lesión causa también necrosis en el tejido circundante a las venas, el cual se rasga y origina perforaciones a lo largo de ellas. La enfermedad no se presenta con tanta frecuencia en las vainas. El análisis microscópico de muestras de tejidos infectados reveló la presencia de *Colletotrichum dematium* f. sp. *truncata* (Schw.) Von arx. Esta enfermedad ha sido descrita en Brasil y Colombia como “antracnosis roja”, pero en ningún caso alcanzó niveles epifitóticos (Pastor-Corrales y Tu 1994).

El amachamiento es un síndrome detectado en la Región a inicios de los años 90, en el que la planta es de color verde oscuro, con guías anormalmente más largas. En la mayoría de las plantas afectadas se aprecian diversos grados de deformación foliar, sin manifestación de algún tipo de mosaico o variegación. Excepcionalmente, algunas plantas muestran diversos grados de clorosis foliar. La producción de vainas es nula o muy reducida, pero las pocas que hay no siempre presentan deformación. En la variedad Sacapobres algunas vainas presentan textura coriácea.

La enfermedad se encuentra principalmente en los cantones de Pérez Zeledón y Buenos Aires. El principal virus causante de la pérdida de rendimiento en las variedades de frijol afectadas por el amachamiento es el virus del moteado clorótico de caupí (CCMV). En las variedades criollas de frijol, como Sacapobres y Generalito, el virus del mosaico común contribuye a incrementar las pérdidas de rendimiento causadas por el CCMV (Morales *et al.* 1999). Se ha observado que la incidencia del amachamiento es mayor en lotes donde la rotación maíz-frijol y la labranza mínima son frecuentes, sistemas de cultivo que favorecen el desarrollo de altas poblaciones de crisomélidos, insectos citados como vectores del CCMV.

La estrategia de combate está dirigida hacia la reducción de las poblaciones de los vectores. El uso de insecticidas sistémicos y la sustitución de variedades susceptibles por otras, más resistentes, han reducido la incidencia de la enfermedad. Sin embargo, el impacto de estas medidas sobre la incidencia de amachamiento ha sido parcial, por lo que es necesario intensificar el trabajo sobre la etiología y la epidemiología de la enfermedad.

Las pudriciones radicales son comunes en las primeras cinco semanas del cultivo; más adelante, la planta logra desarrollar mecanismos para superar el ataque y consigue continuar con su desarrollo hasta la cosecha. En la RB abundan los suelos Ultisoles e Inceptisoles, de textura arcillosa o arcillo-limosa, que favorecen la retención de humedad y, consecuentemente, el ataque de *Fusarium* y *R. solani*. A pesar de su elevada incidencia, estos patógenos no llegan a causar pérdidas económicas de importancia, probablemente por factores genéticos presentes en las variedades criollas utilizadas, que reducen la severidad de las pudriciones.

La falsa mancha angular es una enfermedad causada por el nematodo *A. besseyi* (Salas y Vargas 1984), que por varios años se ha presentado en la RB, pero no se conocen informes de su presencia y efecto sobre la producción de frijol en Costa Rica. Es muy posible que su gran similitud con la mancha angular de origen fungoso haya inducido a un diagnóstico errado. En las hojas se observan lesiones necróticas, oscuras, de forma angular, especialmente en la parte inferior de la planta; las hojas son aguzadas hacia el pecíolo y, frecuentemente, presentan necrosis en esa área. Las lesiones de la falsa mancha angular se diferencian de la mancha angular fungosa por la ausencia de coremios en el envés de la hoja. En algunos campos, la incidencia es alta aunque la distribución geográfica de la enfermedad en la Región es bastante restringida: lo más frecuente es encontrar focos de la enfermedad.

El carbón del frijol es ocasional en la Región. Inicialmente, se presentó en lotes experimentales donde se evaluaron viveros internacionales, pero en los últimos años su ataque se ha extendido a las variedades comerciales, tanto mejoradas como criollas. En hojas primarias, causa clorosis y defoliación precoz. La bacteriosis común es la enfermedad menos frecuente en campos comerciales, por lo que no existen medidas específicas de combate.

Enfermedades frecuentes en la Región Central

La Región Central (RC) está formada por las subregiones Oriental y Occidental. Algunos de los cantones más relevantes como productores de frijol son Acosta, Puriscal, San Ramón, Palmares, la zona de Los Santos y el cantón central de Alajuela. En el ciclo agrícola 2001-2002, esta zona aportó el 3,6% de la producción nacional (Salazar 2002). Por lo general, la siembra se realiza mediante el sistema a espeque o semi-mecanizado, aunque el sistema tapado aún se observa en Acosta y Puriscal, por la topografía quebrada de los terrenos dedicados al cultivo.

En la RC es donde más enfermedades del frijol se han encontrado, por las condiciones de clima tropical benigno imperantes en esta zona; sin embargo, no todas alcanzan niveles de importancia económica. Las enfermedades de mayor importancia económica son la mustia hilachosa, mancha angular y antracnosis; otras, de importancia secundaria por su incidencia y severidad, son la roya, la mancha de ascoquita (*Ascochyta bolthausen* Sacc.), la mancha gris (*Cercospora vanderysti* P. Henn), la mancha redonda (*Chaetoseptoria wellmanii* Stevenson), el mildiu veloso (*Phytophthora* spp.), la bacteriosis común y el moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary).

Las enfermedades primarias se encuentran distribuidas por toda la Región y su incidencia y severidad varían dependiendo de las condiciones climáticas de cada zona en particular. Por ejemplo, la mustia hilachosa es más severa en las tierras bajas y calientes del Valle Central, como Alajuela; la antracnosis se presenta en regiones de clima fresco, como las partes altas de Cartago y Heredia, en Mora, Puriscal, Acosta y la zona de Los Santos.

La distribución de la mancha angular es casi uniforme, y su severidad ha aumentado en los últimos años, como ha sucedido en otras regiones. Esta enfermedad fue considerada de tipo secundario, razón por la que no se tomó en cuenta en los programas de mejoramiento durante las evaluaciones para selección de germoplasma. Esta situación y los cambios severos en el clima regional han contribuido para que la población de *P. griseola* aumente y alcance el nivel de enfermedad primaria en estos momentos.

Las enfermedades de importancia secundaria se encuentran localizadas en zonas más restringidas, obedeciendo a las condiciones ambientales favorables al patógeno. La roya del frijol no ha llegado a convertirse

en un problema prioritario en Costa Rica, a pesar de ser una de las enfermedades más importantes en América Central y el Caribe, probablemente porque las condiciones ambientales no favorecen la reproducción del hongo. Se puede encontrar en todos los campos, pero en focos aislados, sin causar mayores inconvenientes al productor.

La mancha de ascoquita es común en condiciones húmedas y frescas como las de las zonas altas de Cartago (Tierra Blanca, Pacayas, Cervantes) y Alajuela (Frajanes), en altitudes mayores a los 1200 m. Presenta lesiones necróticas de forma irregular, de color café, con anillos concéntricos. En Cartago se observa atacando plantaciones de frijol tierno y vainica, mientras que en Frajanes la enfermedad es la más importante en viveros internacionales de adaptación y rendimiento, evaluados por el Programa de Mejoramiento.

La mancha gris es una enfermedad endémica en las condiciones de Barva de Heredia, con humedad elevada y temperaturas entre los 15 y los 22°C. Se presenta cíclicamente, afectando las variedades de frijol y vainica sembradas en esa zona. Se caracteriza por producir lesiones ligeramente angulares de color verde claro (2-5 mm de diámetro), que pueden unirse y cubrirse con una masa polvorienta de color gris. En el envés de la hoja se observa una masa densa de color gris más oscuro.

La mancha redonda es otra enfermedad endémica, con distribución geográfica muy localizada. Ataca con bastante severidad viveros internacionales que se evalúan en los campos experimentales de la Estación Fabio Baudrit, en la Garita de Alajuela, y en plantaciones comerciales en zonas intermedias de Heredia. Produce lesiones circulares que pueden mostrar una superficie gris con puntos oscuros (picnidios) en el centro, las cuales pueden estar rodeadas de un borde oscuro y un ligero halo clorótico. Los síntomas se concentran en la parte inferior de la planta y causa una severa defoliación. Las condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas favorecen el desarrollo de la enfermedad.

El mildiu veloso es común en sitios con temperatura fresca y alta humedad. El patógeno ataca el tejido nuevo y destruye las vainas en formación. El micelio blanco y algodonoso de *Phytophthora* se puede observar sobre los tejidos infectados. Es una enfermedad frecuente en las condiciones de Cartago, donde ataca vainica, y en Puriscal y partes intermedias de Heredia, donde ataca diferentes variedades de frijol y vainica.

El moho blanco se presenta en la zona de Cartago, en terrenos intensamente utilizados para la siembra de hortalizas. *Sclerotinia* es un hongo que ataca una amplia gama de hospedantes y tiene una alta capacidad de supervivencia en el suelo. Por eso, la infección en frijol se debe a inóculo residual de cultivos anteriores.

Enfermedades en otras Regiones

Como se mencionó al inicio, en las Regiones Huetar Norte, Brunca y Central se concentra la mayor producción de frijol, y por ende se encuentra la mayor diversidad de enfermedades. Dada la reducida área de siembra en las otras Regiones, no se cuenta con registros sobre la presencia de enfermedades diferentes a las citadas anteriormente, ni se han observado epifitias de algún patógeno que afecte significativamente el rendimiento.

Literatura citada

- Araya, CM; Cárdenas, C. 1999. Variabilidad patogénica y fuentes de resistencia a poblaciones de *Colletotrichum lindemuthianum* en Costa Rica. In Resúmenes XXXIX Reunión Anual. APS-CD. Puerto Rico. p. 72.
- Araya, CM; Cárdenas, C; Palacios, N; Arauz, W; Doohan, F. 2001. Pathogenic and molecular diversity of *Colletotrichum lindemuthianum* in the domestication centers of common bean. *Phytopathology* 91:S3.
- Araya, CM; Orozco, S. 2002. Potenciales fuentes de resistencia a las principales enfermedades de frijol para uso en América Central. In Resúmenes LXVIII Reunión Anual PCCMCA. República Dominicana. p. 24.
- Araya, R; González, W. 1992. La historia y futuro del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tapado en Costa Rica. *Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit* 25(2):107-103.
- Carrillo, O. 2000. Certificación de semilla de frijol. In PITTA frijol. Memorias IV Taller Anual de Resultados de Investigación y Transferencia de Tecnología. Costa Rica. p. 31-33.
- Carrillo, O. 1999. Programa de certificación de semilla de frijol. In PITTA frijol. Memorias III Taller Anual de Resultados de Investigación y Transferencia de Tecnología. Costa Rica. p. 19-23.
- Hernández, JC; Araya, R; González, W. 1999. Diagnóstico de la actividad productiva del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Región Brunca de Costa Rica: cosecha 1995 – 1996. *Agronomía Mesoamericana* 10(2):75-84.
- Herrera, W. 1985. Clima de Costa Rica; vegetación y clima de Costa Rica. Costa Rica, UNED. v. 2. 118 p.
- Holdridge, LR. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Costa Rica, IICA 216 p. (Serie Libros y Materiales Educativos no. 34).
- Ledezma, E. 2000. Situación actual del cultivo del frijol: Región Huetar Norte. In PITTA Frijol. Memorias IV Taller Anual de Resultados de Investigación y Transferencia de Tecnología. Costa Rica, p. 15-21.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR). 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. San José, Costa Rica. p. 261-273.
- Michaels, TE. 1991. The Plant Bean. St. Paul, Minnesota, APS Press. p. 1-4.
- Mora, F; Abdelnour, A; Herrera, F; Salazar, JJ. 1999. El Consorcio Cooperativo de Comercialización R.L. Costa Rica: frijol. *Agronomía Mesoamericana* 10(1):91-98.
- Morales, FJ; Araya, CM; Hernández, JC; Arroyave, JA; Cuervo, M; Velasco, AC; Castaño, M. 1999. Etiología del Amachamiento del frijol común en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* 52:42-48.
- Pastor-Corrales, MA; Tu, JC. 1994. Antracnosis. In Problemas de Producción de Frijol en los Trópicos. Colombia, CIAT. p. 87-119.
- Rodríguez, L; Dumani, M. 2000. Campaña educativa con respecto al consumo de frijoles. In PITTA Frijol. Memorias IV Taller Anual de Resultados de Investigación y Transferencia de Tecnología. Costa Rica. p. 31-45.
- Rojas, LA; Chávez, G. 2002. Efecto de la labranza mínima y la convencional en frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la Región Huetar Norte de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 13:105-110.
- Rosas, JC; Hernández, JC; Araya, R. 2003. Registration of “Bribri” Small Red Bean (Race Mesoamerica). *Crop Science* 43:430-431.
- Salas, LA; Vargas, E. 1984. El nematodo foliar *Aphelenchoides besseyi* Cristie (NEMATODA: Aphelenchoididae) como causante de la falsa mancha angular del frijol en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 8:65-68.
- Salazar, JJ. 2000. La actividad de frijol en Costa Rica en el año 2000. In PITTA Frijol. Memorias IV Taller Anual de Resultados de Investigación y Transferencia de Tecnología. Costa Rica. p. 7-13.
- Salazar, JJ. 2002. La actividad de frijol en Costa Rica en el ciclo 2001-2002. In PITTA Frijol. Memorias VI Taller Anual de Resultados de Investigación y Transferencia de Tecnología. Costa Rica. p. 7-15.
- Schoonhoven, A; Voyses, O. 1994. El frijol común en América Latina y sus limitaciones. In Pastor-Corrales, MA; Schwartz, HF. eds. Problemas de producción del frijol en los trópicos. 2 ed. Colombia. CIAT p. 39-66.