Problemas de campo en los cultivos de fríjol en América Latina

PN-ABE-106 64356

El CIAT es una institución sin ánimo de lucro, dedicada al desarrollo agrícola y económico de las zonas tropicales bajas. Su sede principal se encuentra en un terreno de 522 hectáreas, cercano a Cali, Colombia. Dicho terreno es propiedad del gobierno colombiano, el cual, en su calidad de anfitrión, brinda apoyo a las actividades del CIAT. Este dispone, igualmente, de dos subestaciones propiedad de la Fundación para la Educación Superior (FES): Quilichao, con una extensión de 184 hectáreas, y Popayán, con 73 hectáreas, y de una subestación de 30 hectáreas --CIAT-Santa Rosa-- ubicada en terrenos cedidos por la Federación de Arroceros de Colombia (FEDEARROZ), cerca a Villavicencio. Junto con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el CIAT administra el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Carimagua, de 22,000 hectáreas, en los Llanos Orientales y colabora con el mismo ICA en varias de sus otras estaciones experimentales en Colombia. El CIAT también lleva a cabo investigaciones en varias sedes de instituciones agrícolas nacionales en otros países de América Latina.

Los programas del CIAT son financiados por un grupo de donantes en su mayoría pertenecientes al Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR). Durante 1985 tales donantes incluyen los gobiernos de Australia, Bélgica, Brasil, Canadá, España, Estados Unidos de América, Francia, Holanda, Italia, Japón, México, Noruega, el Reino Unido, la República Federal de Alemania, la República Popular de la China, Suecia y Suiza. Las siguientes organizaciones son también donantes del CIAT en 1985: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Internacional para Reconstrucción y Fomento (BIRF), el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), la Comunidad Económica Europea (CEE), el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (IFAD), la Fundación Ford, la Fundación Rockefeller, la Fundación W. K. Kellogg, y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan, necesariamente, el punto de vista de las entidades mencionadas anteriormente.

ISBN 84-89206-13-9
Serie CIAT No. 07SB-1 (2a. ed.)
Enero, 1982

Problemas de campo en los cultivos de fríjol en América Latina

César Cardona. Entomólogo
Carlos A. Flor. Agrónomo
Francisco J. Morales. Virólogo
Marcial A. Pastor Corrales. Fitopatólogo

Compilador del texto:

Carlos F. Chávarro.
Asistente del Coordinador del Programa de Fríjol

CENTRO INTERNACIONAL DE
AGRICULTURA TROPICAL
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

Cita bibliográfica:

CARDONA, C.; FLOR, C. A.; MORALES, F.J.; PASTOR CORRALES, M. 1982. Problemas de campo en los cultivos de fríjol en América Latina. 2a. ed. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 100 p.

Phaseolus vulgaris/ Investigación América Latina/ Enfermedades y patógenos/ Insectos perjudiciales/ Desórdenes fisiológicos de la planta/ Sintomatología/ Etiología/ Control de enfermedades/ Control de insectos/ Virosis/ Virus del mosaico común del fríjol/ Virus del mosaico amarillo del fríjol/ Virus del mosaico rugoso del fríjol/ Virus del mosaico sureño del fríjol/ Virus del mosaico suave del fríjol/ Virus del enanismo rizado del fríjol/ Virus del moteado amarillo del fríjol/ Virus del mosaico dorado del fríjol/ Moteado clorótico del fríjol/ Micosis/ *Uromyces phaseoli*/ *Colletotrichum lindemuthianum*/ *Isariopsis griseola*/ *Rhizoctonia solani*/ *Ascochyta phaseolorum*/ *Sclerotinia sclerotiorum*/ *Erysiphe polygoni*/ *Cercospora* spp./ *Pseudocercosporella albida*/ *Alternaria* spp./ *Chaetoseptoria wellmanii*/ *Ramularia phaseoli*/ *Botrytis cinerea*/ *Phytophthora parasitica*/ *Entyloma petuniae*/ *Phomopsis subcircinata*/ *Fusarium solani phaseoli*/ *Fusarium oxisporum*/ *Sclerotium rolfsii*/ *Macrophomina phaseolina*/ *Thielaviopsis basicola*/ *Pythium* spp./ Bacteriosis/ *Xanthomonas phaseoli*/ *X. phaseoli* var. *fuscans*/ *Pseudomonas phaseolicola*/ *Corynebacterium flaccumfaciens*/ *Pseudomonas syringae*/ Nematodos/ *Meloidogyne* spp./ *Pratylenchus* spp./ Producción de semilla/ Plagas/ *Elasmopalpus lignosellus*/ *Hylemya liturata*/ *Hedylepta indicata*/ *Estigmene acrea*/ *Trichoplusia ni*/ *Urbanus proteus*/ *Cerotoma facialis*/ *Diabrotica balteata*/ *Epilachna varivestis*/ *Liriomyza* spp./ *Agromyza* spp./ *Hemichalepus* sp./ *Vaginulus plebeius*/ *Aphis gossypii*/ *Aphis medicaginis*/ *Empoasca kraemeri*/ *Tetranychus desertorum*/ *Bemisia tabaci*/ *Apion* spp./ *Epinotia opposita*/ *Heliothis virescens*/ *Maruca testulalis*/ Plagas de granos almacenados/ *Acanthoscelides obtectus*/ *Zabrotes subfasciatus*/ Deficiencias de minerales/ Toxicidad/ Al/ B/ Fe/ Mg/ Mn/ N/ P/ K/ Zn/ Cu/ S/ Ca/ Daños a la planta

Tiraje: 5000 ejemplares.

Contenido

INTRODUCCION

ENFERMEDADES DE LA PLANTA

Introducción

ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

Virus Transmitidos por Afidos
Mosaico común del fríjol
Mosaico amarillo del fríjol

Virus Transmitidos por Coleópteros
Mosaico rugoso del fríjol
Mosaico sureño del fríjol
Mosaico suave del fríjol
Enanismo rizado del fríjol
Moteado amarillo del fríjol

Virus Transmitidos por Mosca Blanca
Mosaico dorado del fríjol

Complejos Virales
Moteado clorótico del fríjol
Otras enfermedades de posible etiología viral compleja

ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS 24

Hongos que Afectan el Follaje y las Vainas 24
Roya 24
Antracnosis 28
Mancha angular 32
Mustia hilachosa 36
Mancha por ascochyta 40
Moho blanco 42
Mildeo polvoso 44
Mancha gris 46
Mancha blanca 48
Mancha por alternaria 50
Mancha por cercospora 52
Mancha redonda 54
Mancha harinosa 56
Moho gris 58
Mildeo velloso 60
Carbón de la hoja 62
Añublo de la hoja y de la vaina por *Diaporthe* 64

Hongos que Afectan la Raíz y el Tallo 66
Chancro o pudrición radical por *Rhizoctonia* 66
Pudrición seca de la raíz o pudrición radical por *Fusarium* 70
Amarillamiento o marchitamiento por *Fusarium* 72
Añublo sureño 74
Pudrición gris de la raíz y del tallo 76
Pudrición negra de la raíz 78
Pudrición radical por *Pythium* 80

ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS 84

Añublos común y fusco 84
Añublo de halo 88
Marchitamiento bacteriano 90
Mancha parda bacteriana 91

ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS 94

Nematodos de los nódulos radicales 94
Nematodos de las lesiones radicales 94

PATOLOGIA DE LA SEMILLA 96

Producción de semilla limpia 96

INSECTOS DAÑINOS 101

Introducción 101

Insectos que Atacan las Plántulas 102
Grillos, grillotopos, ciempiés, hormigas, mojojoy, gallinaciegas, gusano manteco 102
Trozadores 104
Coralillo o barrenador del tallo 106
Mosca de la semilla 108

Insectos Comedores del Follaje 110
Gusano peludo, pega hojas, falso medidor, gusano fósforo 110
Crisomélidos 114
Conchuela 118

Minadores 120
Babosas 122

Insectos Chupadores 124
Afidos 124
Lorito verde 126
Acaros 128
Mosca blanca 132

Insectos de la Vaina 134
Picudo 134
Polilla del frijol 136
Heliothis 138
Otros perforadores de las vainas 140

Insectos de Granos Almacenados 142
Gorgojo común 142
Gorgojo pintado 144

DESORDENES NUTRICIONALES 146

Introducción 146

Toxicidad por Aluminio 152
Deficiencia y Toxicidad por Boro 154
Deficiencia de Hierro 156
Deficiencia de Magnesio 158
Deficiencia y Toxicidad por Manganeso 160
Deficiencia de Nitrógeno 162
Deficiencia de Fósforo 164
Deficiencia de Potasio 166
Deficiencia de Zinc 168
Deficiencia de Cobre 170

Deficiencia de Azufre 170
Deficiencia de Calcio 171

PROBLEMAS MISCELANEOS EN LA PRODUCCION DE FRIJOL 172

Introducción 172

Daño por Productos Químicos 173
Factores Ambientales 176
Anormalidades Genéticas 178

BIBLIOGRAFIA 180

INDICE DE LOS NOMBRES CIENTIFICOS DE PATOGENOS Y DE INSECTOS QUE ATACAN AL FRIJOL 181

ILUSTRACIONES DE ESTE MANUAL 183

Nombres de los Investigadores que Facilitaron Fotografías y Número de las Figuras que les Pertenece

INTRODUCCION

El fríjol es un componente importante en la dieta de la población latinoamericana por su alto contenido en proteínas y carbohidratos. No obstante su importancia, el promedio de la productividad en América Latina es de sólo 600 kg/ha, y cerca de 800 kg/ha si se elimina el efecto de la asociación con otros cultivos sobre los rendimientos. Sin embargo, el fríjol tiene un potencial de producción superior a 4 ton/ha. Esta diferencia significativa entre la producción actual y la potencial se atribuye principalmente al ataque severo de enfermedades, a los daños causados por insectos y a problemas de nutrimentos del suelo en los campos comerciales de fríjol.

Esta segunda edición de este manual **Problemas de campo en los cultivos de fríjol en América Latina** tiene el mismo objetivo de la primera: ayudar a los científicos, a los extensionistas y a los agricultores a identificar los problemas de producción y almacenamiento y a desarrollar medidas adecuadas de control. Su preparación se basó, en parte, en la información que contiene la primera edición, cuyos autores fueron: C. Flor, E. Gálvez, H. Graham, H. Howeler, F. Schwartz, y A. van Schoonhoven.

Para facilitar su uso, se incluyen en el texto los nombres comunes en español, inglés y portugués y los nombres científicos.

El Programa de Fríjol agradece a todas las personas que aportaron informaciones para la preparación de esta publicación y específicamente a los autores de las fotos que la ilustran.

Aart van Schoonhoven
Coordinador
Programa de Fríjol CIAT

ENFERMEDADES DE LA PLANTA

INTRODUCCION

Las enfermedades que afectan al fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) son causadas por hongos, bacterias, virus, micoplasma, y nematodos, principalmente en las regiones tropicales y subtropicales, donde además de haber más organismos fitopatogénicos que en las zonas templadas, éstos son con frecuencia más virulentos.

Algunas enfermedades del fríjol, como las pudriciones radicales, se encuentran en todas las regiones en donde se siembra el cultivo; otras están restringidas a las regiones donde los factores ambientales específicos favorecen su desarrollo; por ejemplo, ciertos complejos de enfermedades como el añublo de halo y la antracnosis, los cuales generalmente se encuentran en climas fríos; el añublo bacteriano común y la roya son muy frecuentes en climas templados a cálidos y relativamente secos; la mustia hilachosa es muy común en climas cálidos húmedos. Sin embargo, no es raro encontrar en una misma región antracnosis, mustia hilachosa así como mosaico común y roya.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

VIRUS TRANSMITIDOS POR AFIDOS

Virus del mosaico común del fríjol

Bean common mosaic virus
Virus do mosaico comum do feijoeiro

El virus del mosaico común del fríjol (BCMV) es el patógeno viral más importante de este cultivo, debido principalmente a que puede ser transmitido, en un alto porcentaje, mecánicamente, por la semilla, y por varias especies de áfidos en el campo. De acuerdo con la variedad del fríjol, la cepa o el variante del virus y la época de infección, un promedio de un 35% de las semillas producidas por una planta infectada antes de la floración dá origen a plantas enfermas. La transmisión secundaria del virus puede ser efectuada por un áfido vector en el lapso de un minuto, antes de que un insecticida pueda atacar al insecto.

Los síntomas causados por el BCMV en fríjol dependen de la variedad, de la cepa del virus y de las condiciones ambientales. Un mosaico definido en las hojas afectadas es el síntoma característico producido por el virus en las variedades susceptibles, el cual se manifiesta con áreas verdes claras y oscuras; estas últimas a lo largo de las nervaduras. Las hojas de las plantas infectadas generalmente se enrollan hacia el envés, lo cual les dá una apariencia ahusada (Fig. 1). Este síntoma se observa en las variedades de fríjol cuyos genes de resistencia recesivos no son efectivos contra todas las cepas del BCMV.

Fig. 1 Síntomas de mosaico causado por BCMV.

Fig. 2 Síntomas de marchitamiento y necrosis sistémica de la planta inducidos por la raíz negra.

El síntoma conocido como 'raíz negra', que se presenta como una necrosis sistémica descendente desde los trifolios más jóvenes y se extiende al resto del sistema vascular de la planta, incluyendo las vainas (Fig. 2 y 3), es el resultado de la reacción de hipersensibilidad de las plantas que poseen un gen dominante llamado gen de necrosis (I) a algunas cepas del BCMV conocidas como 'necróticas'. Estas variedades se consideran resistentes al mosaico común porque no presentan síntomas de esta enfermedad.

Los síntomas inducidos por las cepas del BCMV también aparecen como ampollas sobre la superficie de la hoja (Fig. 4) ó enmascarados, lo que hace imposible su reconocimiento. Las temperaturas medias (18-25°C) favorecen el desarrollo del síntoma del mosaico, y las temperaturas altas, por encima de los 28°C, favorecen la expresión de la necrosis sistémica o 'raíz negra'.

Las plantas afectadas por el BCMV generalmente no alcanzan su tamaño normal. El número de vainas por planta es el componente de rendimiento más afectado.

El método de control más recomendado es el mejoramiento genético, mediante la incorporación del gen dominante I en variedades de fríjol susceptibles al mosaico. Existen también genes recesivos de resistencia contra las cepas necróticas del BCMV, los que junto con el gen dominante de necrosis, protegen las plantas contra todas las cepas conocidas del BCMV. Debido a que la mayoría de las especies de los áfidos que transmiten el BCMV no colonizan el fríjol sino que migran de diversos cultivos aledaños, el control químico se hace impracticable. Se puede reducir la incidencia de la enfermedad mediante el uso de semilla libre de virus cuando ésta se haya producido bajo la supervisión de técnicos expertos en el reconocimiento del virus y únicamente en aquellas áreas dónde no existan áfidos vectores.

Fig. 3 Necrosis inducida por la raíz negra en el sistema vascular de las vainas del fríjol.

Fig. 4 Síntomas de ampollamiento causado por BCMV.

Virus del mosaico amarillo del fríjol

Bean yellow mosaic virus
Virus do mosaico amarelo do feijoeiro

El virus del mosaico amarillo del fríjol (BYMV) pertenece al mismo grupo del virus del mosaico común (potyvirus), y por lo tanto, posee características similares que incluyen la transmisión mecánica y biológica por áfidos. Sin embargo, a pesar de que el BYMV posee un número mayor de hospedantes tales como la soya, la arveja, el haba, el trébol, el lupino y el gladiolo, su distribución e importancia en América Latina es menor que la del virus del mosaico común, debido a que el BYMV aparentemente no se transmite por medio de la semilla del fríjol. Este virus está limitado a los países del extremo sur del continente, en especial a Chile, donde es uno de los factores que más limitan el cultivo del fríjol.

Los síntomas del mosaico amarillo se caracterizan por el amarillamiento sistémico de las hojas, las cuales también pueden mostrar epinastia, deformaciones o lesiones necróticas o cloróticas; ésto depende de la variedad de fríjol, la cepa del virus y el medio ambiente. En América Latina no existe una gran variabilidad patogénica del virus en fríjol y por lo general se distinguen dos variantes: una que causa mosaico amarillo típico (Fig. 5) y otra que, además del amarillamiento, causa una clorosis intensa (Fig. 6) que puede progresar en una necrosis sistémica, cuyo resultado es la muerte de las plantas afectadas. Las plantas infectadas por lo general son pequeñas y las vainas pueden presentar deformaciones.

Se recomienda usar como medida de control variedades resistentes aunque las fuentes de resistencia al BYMV son más limitadas que las que hay para el mosaico común. Debido a la poca variabilidad de las cepas del BYMV que existen en América Latina, se han identificado y seleccionado varias fuentes de resistencia. Estas son: Great Northern 31, 123, y 164557; Pinto 114 y Amanda. Estas variedades no son resistentes a otras cepas del BYMV que existen en Europa y en los Estados Unidos. No se aconseja el control químico de los insectos vectores porque el virus

se transmite en segundos, antes de que el insecticida pueda actuar. Una medida de control eficiente es el aislamiento de los cultivos de fríjol de áreas dónde exista el virus.

Fig. 5 Mosaico amarillo típico producido por el BYMV.

Fig. 6 Síntomas de clorosis foliar causado por el BYMV.

VIRUS TRANSMITIDOS POR COLEOPTEROS

Virus del mosaico rugoso del fríjol — Bean rugose mosaic virus

El virus del mosaico rugoso del fríjol (BRMV) fue identificado por primera vez en América Central; causa la enfermedad denominada **ampollado**, debido a la apariencia deformada que se produce en las láminas de las hojas afectadas (Fig. 7). Este virus también se ha identificado en Colombia en plantas de fríjol que muestran síntomas más leves, por lo que se ha hecho indispensable realizar pruebas serológicas.

El BRMV es un virus muy estable; debido a que alcanza una alta concentración en las plantas infectadas, se transmite fácilmente por contacto manual. Varias especies de crisomélidos son muy eficientes como vectores del virus, entre ellas: *Cerotoma ruficornis*, *Diabrotica balteata* y *Diabrotica adelpha*.

Hasta el momento este virus no limita la producción del fríjol, por lo que no ha exigido un estudio a fondo sobre la genética de su resistencia. Se han encontrado algunas variedades resistentes. Se recomienda control químico del insecto vector, especialmente cuando cumple su ciclo de vida en el cultivo; estos vectores requieren hasta 24 horas para alcanzar su eficiencia máxima de transmisión. El aislamiento de las áreas donde se encuentre el virus es también una medida práctica de control porque la semilla del fríjol no es transmisora de este virus.

Fig. 7 Rugosidad y deformación de las hojas inducida por el BRMV.

Virus del mosaico sureño del fríjol — Bean southern mosaic virus

El virus del mosaico sureño del fríjol (BSMV) es de los de más amplia distribución en las áreas productoras, debido a que se transmite por semillas producidas por plantas infectadas, como es el caso del virus del mosaico común. Sin embargo, el porcentaje de transmisión del BSMV por medio de la semilla es sólo de 1 a 3%, en promedio.

Este virus tiene una sintomatología confusa que lo caracteriza; en la mayoría de los casos se limita a cambios ligeros de tonalidad y textura de las hojas, sin que sean afectadas con deformaciones o una clorosis apreciable. Por lo general, las hojas infectadas se tornan de color verde grisáceo u oliva y su textura es ligeramente coriácea (Fig. 8). Los síntomas más severos descritos sobre este virus, son la deformacion de las hojas y la aparición de ampollas en la lámina foliar, y casi siempre están asociados a la infección de variedades muy susceptibles, y a otras variedades infectadas simultáneamente con otros virus o inoculadas por medios artificiales.

Es transmitido en el campo por especies de coleópteros de los géneros *Cerotoma*, *Diabrotica* y *Epilachna*; y también mecánicamente, por medio de las herramientas que se usan en las labores agrícolas.

Un método de control posible es la resistencia varietal, debido a que existen variedades resistentes de tipo hipersensible, tales como la variedad 'Kentucky Wonder'. Debe mencionarse, sin embargo, que hay variantes del virus que poseen diferentes espectros de patogenicidad. El control químico del insecto vector se recomienda también junto con el aislamiento del cultivo de áreas donde el virus sea un problema. El uso de semilla libre de virus puede ser un método de control pero, debido a que es difícil reconocer el virus en el campo, la producción de semilla sana tiene que completarse con pruebas serológicas.

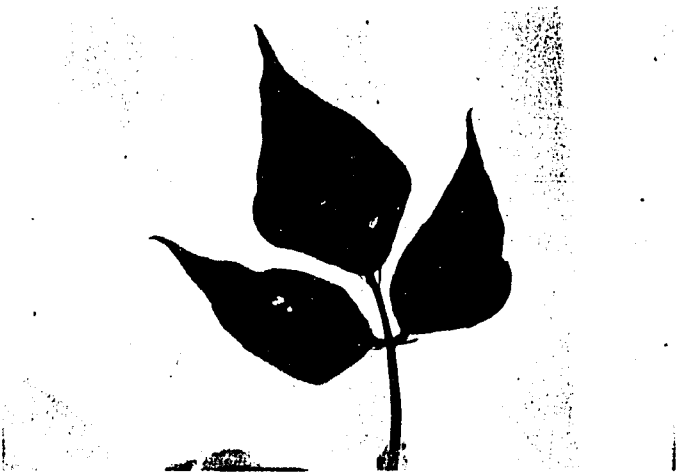

Fig. 8 Clorosis leve y enroscamiento de las hojas de la variedad de fríjol Diacol-Calima inoculado con BSMV.

Virus del mosaico suave del fríjol

Bean mild mosaic virus

El virus del mosaico suave del fríjol (BMMV) fue aislado originalmente en El Salvador. Luego se encontró en Colombia. Se cree que puede estar ampliamente distribuído en América Latina pero debido a que sus síntomas son muy débiles, su presencia pasa desapercibida.

Por lo general las plantas de fríjol infectadas naturalmente sólo presentan un mosaico suave (Fig. 9) ó no muestran síntomas. En inoculaciones artificiales se observa en algunas variedades una clorosis de nervaduras que se puede generalizar a toda la lámina foliar. La soya puede ser un hospedante del virus en el campo.

El BMMV es transmitido por especies de los géneros *Cerotoma, Diabrotica, Epilachna* y *Gynandrobrotica.* También se transmite fácil por contaminación con herramientas de trabajo y, aparentemente, por contacto de raíces entre plantas infectadas y sanas.

Algunos trabajos preliminares llevados a cabo en el CIAT sugieren que existe germoplasma de fríjol resistente al virus, el cual puede emplearse en programas de mejoramiento genético. El control del insecto vector también podría ser un método eficiente, especialmente cuando el vector se multiplica dentro del cultivo de fríjol. Es posible que en algunas variedades el virus sea transmitido, en un bajo porcentaje, por la semilla, lo cual implicaría un método de control mediante la producción de semilla libre de virus.

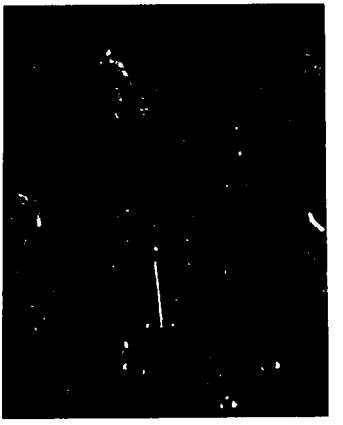

Fig. 9 Síntomas foliares de mosaico suave causados por el BMMV

Virus del enanismo rizado del fríjol Bean curly dwarf mosaic virus

El virus del enanismo rizado (BCDMV) fue observado por primera vez en El Salvador coexistiendo con el virus del mosaico suave. Sin embargo, el BCDMV posee un mayor número de hospedantes naturales que los del mosaico suave, como son: los fríjoles común y lima, el guandul, chícharo, soya, arveja, haba y especies de *Vigna*, entre otros.

Los síntomas inducidos por el BCDMV son severos; deforman las hojas (Fig. 10) y causan enanismo de la planta afectada.

Este virus es transmitido por especies de los géneros de los coleópteros *Cerotoma, Diabrotica,* y *Epilachna,* y mecánicamente, por herramientas contaminadas.

No se conocen resultados sobre métodos de control, pero se aconseja el control químico del vector mientras se determina si existen fuentes de resistencia.

Fig. 10 Variación en los síntomas foliares producidos por el BCDMV en las variedades de fríjol 27-R, Porrillo No. 1 y El Salvador 184 (de izquierda a derecha).

Virus del moteado amarillo del fríjol — Bean yellow stipple virus

El virus del moteado amarillo del fríjol (BYSV) es de importancia sólo en algunos países como Costa Rica, en América Central y Cuba, en El Caribe.

Los síntomas se manifiestan como un punteado amarillo que al juntarse puede formar áreas amarillas de mayor tamaño (Fig. 11), según la variedad de fríjol, la época de infección y el medio ambiente. El BYSV es transmitido por especies de los géneros de los coleópteros *Diabrotica* y *Cerotoma* y mecánicamente, por métodos artificiales.

No se conocen métodos de control para este virus, por lo tanto se recomienda el control químico del insecto vector y el aislamiento geográfico del virus, ya que éste no parece transmitirse por la semilla del fríjol.

Fig. 11 Síntoma foliar causado por el BYSV.

VIRUS TRANSMITIDOS POR MOSCA BLANCA

Virus del mosaico dorado del fríjol — Bean golden mosaic virus / Virus do mosaico dourado do feijoeiro

El virus del mosaico dorado del fríjol (BGMV) es uno de los más importantes del cultivo, en las áreas tropicales de América Central y durante las épocas de verano en Brasil. Lo transmite la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Las bajas temperaturas y las épocas de lluvia afectan las poblaciones de este insecto y disminuyen la incidencia del virus.

En las variedades susceptibles, los síntomas aparecen como un mosaico amarillo intenso, con deformación de las vainas y reducción del tamaño de las plantas (Fig. 12 y 13). Las pérdidas por el virus pueden alcanzar el 100%.

El control del BGMV se ha visto obstaculizado por la falta de variedades resistentes; sólo se ha encontrado tolerancia al virus en variedades tales como Porrillo sintético, Turrialba 1, ICA-Pijao, Carioca, Rosinha G-2 y Aeté 1 y 2. Ultimamente se han desarrollado para su utilización comercial, nuevas variedades resistentes al BGMV en Guatemala, Brasil y otros países.

Para controlar el insecto vector se recomienda aplicar insecticidas en las áreas donde la población de la mosca blanca no es muy alta e indirectamente, aislando los cultivos del fríjol de siembras comerciales como la soya, el algodón, el tomate y otros hospedantes preferidos por la mosca blanca. La siembra en épocas de menor temperatura y de precipitación moderada constituye una práctica cultural efectiva para el control de la enfermedad. El BGMV no se transmite por la semilla del fríjol.

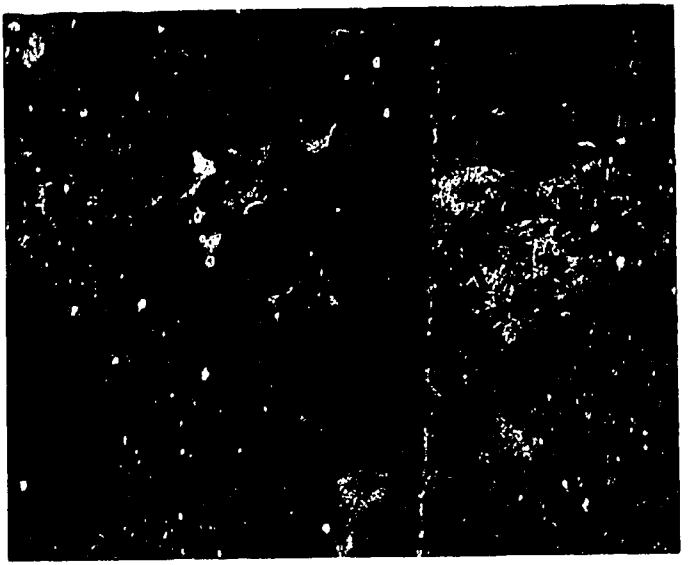

Fig. 12 Síntomas de mosaico dorado causados por el BGMV.

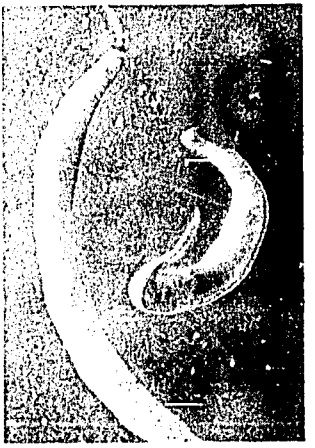

Fig. 13 Deformación de las vainas causada por el BGMV.

COMPLEJOS VIRALES

Moteado clorótico del fríjol

Bean chlorotic mottle
Mosaico anão

La enfermedad conocida como moteado clorótico (BCIMV) se ha observado en cultivos de fríjol en varias localidades de América Latina. Los síntomas descritos varían desde un mosaico (Fig. 14) hasta la deformación completa de las hojas, las vainas y de la planta en general (Fig. 15), y se atribuyen a la infección de un virus transmitido por la mosca blanca *Bemisia tabaci*.

Sin embargo, el virus causal aún no ha sido aislado. Estudios realizados recientemente en el CIAT demostraron la asociación constante de otros virus, tales como el virus del mosaico del pepino y los del mosaico suave y sureño del fríjol, en plantas de fríjol que mostraban los síntomas del moteado clorótico. Por estas razones se describe esta enfermedad como un complejo viral, sin descartar la posibilidad de que exista un virus como agente causal único transmitido por la mosca blanca desde malezas como *Sida* spp. y *Euphorbia* spp.

Fig. 14 Síntomas de mosaico causados por el BCIMV.

Fig. 15 Deformación de la planta causada por el BCIMV.

Otras enfermedades de posible etiología viral compleja

Existen varios informes sobre la aparición de síntomas de enanismo y deformación severa de plantas de fríjol en zonas de cultivo de América Latina y, en especial, en América Central y en Brasil (Fig. 16).

Se piensa que estos síntomas son causados por la infección simultánea de complejos de virus transmitidos por diferentes vectores. En Brasil se cree que el virus del mosaico de la soya y otros transmitidos por la mosca blanca y los coleópteros pueden estar implicados.

Es posible que problemas similares que se han observado en cultivos de fríjol en Argentina, sean también causados por complejos virales, aún cuando no se descarta la posibilidad de que el virus del ápice rizado de la remolacha, que es transmitido por saltahojas, haya reaparecido en las áreas de producción de fríjol de ese país.

Mientras se investigan estas complejas enfermedades, se recomienda la aplicación de insecticidas y herbicidas para conservar los campos libres de hospedantes y vectores potenciales de los virus implicados.

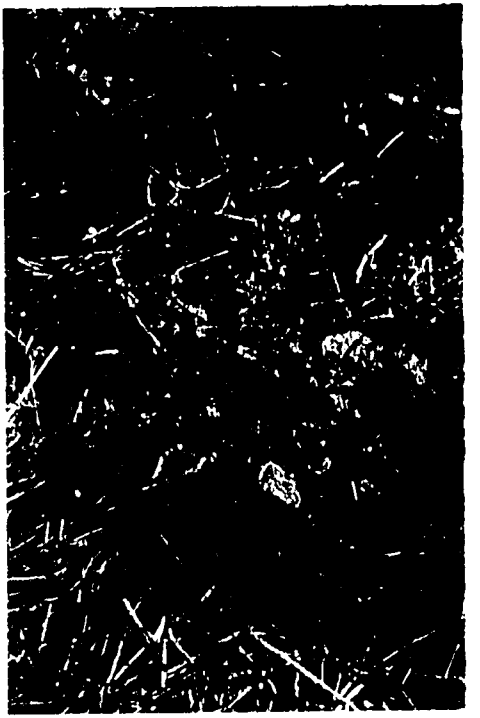

Fig. 16 Síntomas de enanismo y deformación causados posiblemente por un complejo viral.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

HONGOS QUE AFECTAN EL FOLLAJE Y LAS VAINAS

Roya

Rust
Ferrugem do feijoeiro

Uromyces phaseoli (Reben.) Wint.
Uromyces appendiculatus (Per.) Unger.

La roya del frijol se conoce también en América Latina como chahuixtle (México), y ferrugem (Brasil); se encuentra ampliamente distribuída en todas las regiones frijoleras del mundo. Períodos prolongados de 10-18 horas de alta humedad relativa, mayor del 90%, y temperaturas moderadas de 17-27° C, son condiciones que favorecen la infección, la cual, cuando es severa, aparece muy temprano o antes de la floración y puede causar una defoliación prematura de la planta y pérdidas considerables en rendimiento. La infección ocurre generalmente en la haz y en el envés de la hoja (Fig. 17), pero también puede ocurrir en las vainas y a veces en los pecíolos (Fig. 18).

Inicialmente los síntomas aparecen en la hoja como manchas cloróticas o blancas, ligeramente levantadas (Fig. 19), en las cuales posteriormente se forman pústulas maduras o uredos café-rojizos (Fig. 20).

Las pústulas varían en tamaño y pueden estar rodeadas de un halo clorótico o necrótico, según la raza del patógeno, el cultivar y las condiciones ambientales (Fig. 21). Durante su etapa de crecimiento, una pústula contiene

Fig. 17 Infección de roya por ambos lados de la hoja.

Fig. 18 Pústulas de roya en una vaina infectada.

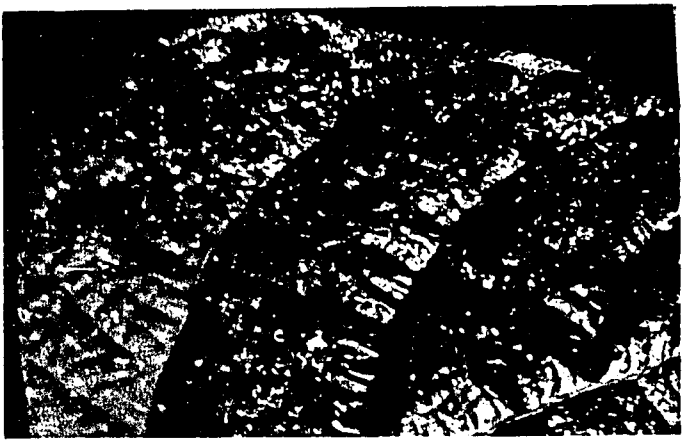

Fig. 19 Pústulas inmaduras de roya cinco a seis días después de la infección.

miles de uredosporas (esporas del hongo) de color café, las cuales son diseminadas principalmente por el viento y también por los animales y las herramientas agrícolas. No hay transmisión por semilla. Al final del período las pústulas pueden tener teliosporas en telios de color café oscuro a negro.

En las medidas de control cultural se incluyen: la fecha de siembra, la cual debe coincidir con las épocas en las que la incidencia de la roya es reducida o insignificante, y sobre todo, durante los períodos de prefloración y floración; la rotación de cultivos; y, la eliminación de los residuos de la cosecha. El control químico es más efectivo durante las etapas iniciales de los síntomas. Los productos más recomendados son: oxicarboxin, mancozeb, y clorotalonil. Se recomienda el uso de variedades resistentes. La resistencia puede ser afectada por la existencia de muchas razas o patotipos del hongo, pero existen variedades comerciales que son resistentes a una o más razas del patógeno.

Fig. 20 Pústulas maduras de roya en hojas infectadas.

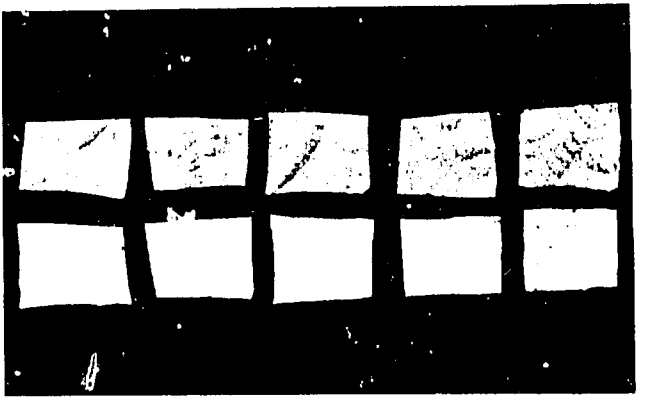

Fig. 21 Tipos de pústulas de roya.

Antracnosis

Anthracnose
Antracnose

Colletotrichum lindemuthianum (Sacc. & Mag.) Scrib., estado asexual
Glomerella cingulata (Stonem.) Spauld. et. V. Schrenk., estado sexual

La antracnosis se ha esparcido por todo el mundo, especialmente en las localidades con elevaciones superiores a 1000 m y temperaturas de frías a moderadas y alta humedad relativa. El desarrollo de la enfermedad es favorecido por temperaturas moderadas entre 13°C y 26 C con una temperatura óptima de 17°C y una humedad relativa mayor del 92%. Las esporas del hongo son eficientemente diseminadas a corta distancia por lluvias moderadas y acompañadas de viento a intervalos frecuentes. También contribuyen a la diseminación de las esporas los animales, los insectos y el hombre, en sus desplazamientos en un campo infectado. Los síntomas aparecen inicialmente en el envés de las hojas, localizados a lo largo de las nervaduras; también en los pecíolos, como lesiones deprimidas o manchas pequeñas en colores rojo ladrillo a púrpura, que más tarde se vuelven café oscuro a negro (Fig. 22). Estas lesiones también pueden aparecer en las ramas, en los tallos, en los cotiledones y en las vainas (Fig. 23).

En las vainas los síntomas se reconocen con facilidad; inicialmente muestran lesiones casi circulares de 1 a 10 mm de diámetro que varían entre rosado, amarillo, rojizo o herrumbroso y hasta negro; más tarde se transforman en chancros oscuros, deprimidos y delimitados por un anillo negro, con borde café rojizo; éstos, en condiciones de baja temperatura y alta humedad contienen masas rosadas de esporas (Fig. 24).

Fig. 22 Síntomas iniciales en las hojas causados por antracnosis.

Fig. 23 Planta de frijol infectada por antracnosis.

El hongo puede invadir la semilla y ser portado en ella interna o externamente (Fig. 25). La siembra de semilla infectada puede resultar en perdidas del 100%.

La producción de semilla libre del patógeno se emplea en muchas partes para controlar la enfermedad. También se recomienda hacer rotación de cultivos de dos o tres años y eliminar los residuos infectados de los campos del cultivo. Las infestaciones de las testas se pueden controlar con ferbán, zirán, tirán, y ceresán. Se recomienda también la aspersión foliar de maneb, zineb, benomil, captafol, carbendazim e hidróxido de fentín. La resistencia genética, que es la medida de control más adecuada y la que más se ha utilizado en muchas regiones, puede ser afectada por la existencia de diferentes razas o patotipos. Existen fuentes de resistencia a muchas o a todas las razas del patógeno.

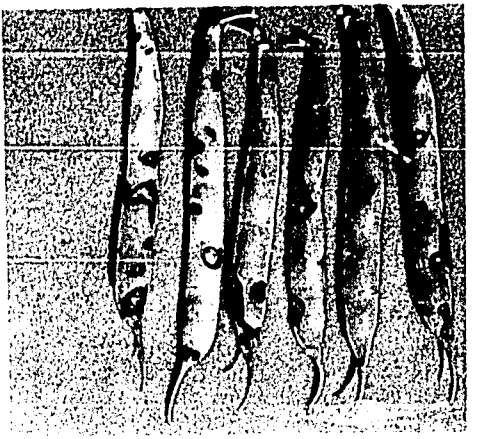

Fig. 24 Vainas de fríjol con lesiones en esporulación ocasionadas por la antracnosis.

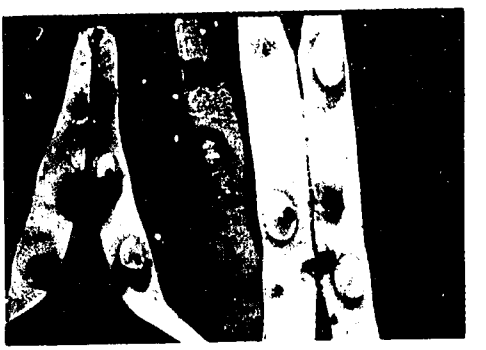

Fig. 25 Semilla infectada por antracnosis.

Mancha angular

Angular leaf spot
Mancha angular

Isariopsis griseola Sacc.

Esta enfermedad se encuentra en regiones tropicales a subtropicales y templadas. Temperaturas moderadas de 18°C a 25°C y una alta humedad relativa alternada con períodos de baja humedad, favorecen la infección y el desarrollo de la enfermedad. Las lesiones de mancha angular carecen de bordes y son típicamente angulares en ambos lados de las hojas (Fig. 26).

Los síntomas en el envés de las hojas aparecen inicialmente como manchas grisáceas, delimitadas por las nervaduras. Después, son cubiertas por las estructuras frutales del patógeno o sinemas, que son de color gris oscuro a negro, distribuídas en grupos, que le dan a la lesión la apariencia de un pequeño cepillo (Fig. 27). Cuando los síntomas se presentan en las hojas primarias, se manifiestan en ambos lados como manchas semicirculares de color gris oscuro y con esporulación generalmente en la haz que también se puede presentar en el envés.

Los ataques severos de la enfermedad pueden causar amarillamiento de las hojas y defoliación prematura. En las vainas, las manchas son ovaladas o circulares con centros de color café rojizo y bordes ligeramente más oscuros (Fig. 28). La diferencia de estas lesiones con las del hongo de la antracnosis, es que este último se presenta en forma de chancros deprimidos. En los tallos aparecen también lesiones similares a las de las vainas. Es común encontrar las manchas de las vainas cubiertas de sinemas.

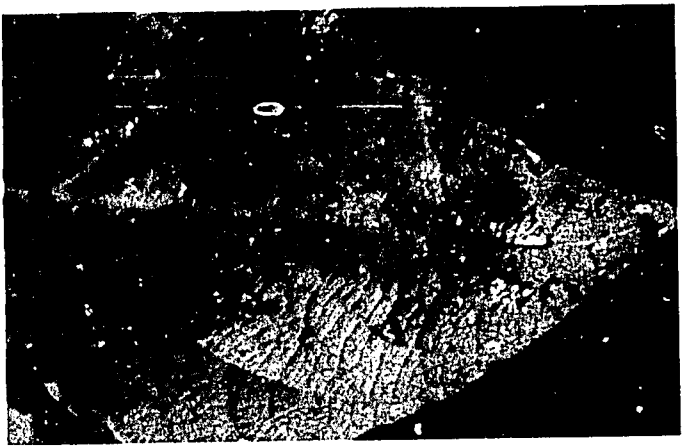

Fig. 26 Síntoma típico en la hoja causado por mancha angular.

Fig. 27 Producción de sinemas en el envés de la hoja causados por mancha angular.

El patógeno puede sobrevivir y ser transmitido en la semilla; sin embargo, la mayor diseminación la produce el viento y también las salpicaduras ocasionadas por las gotas de lluvia desde residuos de cosecha infectados y de lesiones en esporulación.

Las medidas de control cultural incluyen la eliminación de residuos de cosechas de un cultivo infectado, siembra de semilla libre de patógeno, y rotación de cultivos por un mínimo de dos años. Entre los productos químicos que se utilizan están zineb, benomil, tiofanato, maneb, zirán, mancozeb, captafol, metirán y baycor.

También se han identificado fuentes de resistencia, las cuales pueden ser afectadas por la existencia de diferentes razas o patotipos del hongo.

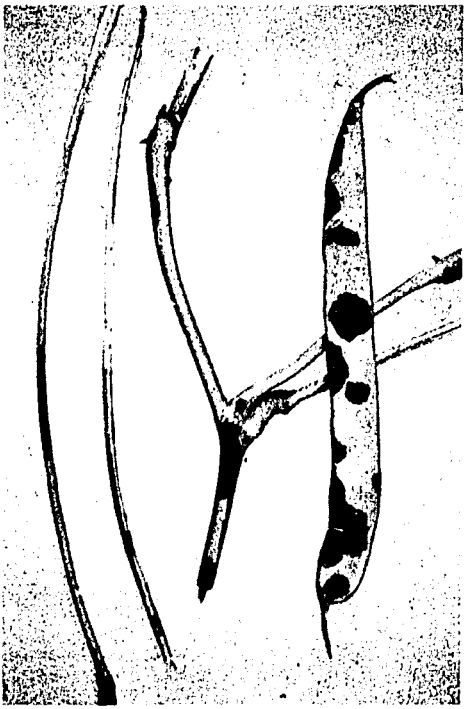

Fig. 28 Síntomas en la vaina ocasionados por mancha angular.

Mustia hilachosa

Web blight
Podridão das vagens

Thanatephorus cucumeris (Frank) Donk
Rhizoctonia solani Kuhn (*R. microsclerotia* Matz)

En América Latina esta enfermedad se conoce también con el nombre de telaraña, chasparria, *Rhizoctonia* del follaje, mela y murcha da teia micélica. La mustia hilachosa prevalece más en el trópico húmedo con temperaturas entre moderadas y altas, y en estas condiciones la enfermedad puede causar pérdidas muy altas y destruir completamente un cultivo de fríjol. Su desarrollo es favorecido por un período de alta y frecuente precipitación, temperatura y humedad de suelo entre altas y moderadas, y por plantas con elevado contenido de nitrógeno y bajas en calcio.

Los primeros síntomas que aparecen en las hojas se manifiestan como pequeñas lesiones acuosas circulares, de 1-3 mm de diámetro; estas lesiones tienen apariencia de escaldado, y un color que varía de gris verdoso a café rojizo; generalmente están rodeadas de un borde oscuro (Fig. 29).

En condiciones húmedas las lesiones crecen rápido y se unen formando áreas que con frecuencia tienen zonas de color café rodeadas de bordes oscuros que pueden cubrir la hoja totalmente (Fig. 30).

A medida que se expande el área afectada, el micelio crece desde las manchas hacia el tejido no infectado y eventualmente puede cubrir la planta entera, uniendo las hojas, pecíolos, flores y vainas con un micelio en forma de telaraña, si las condiciones ambientales son favorables (Fig. 31).

Fig. 29 Síntomas iniciales en la hoja producidos por el hongo causal de la mustia hilachosa.

Fig. 30 Síntomas foliares maduros producidos por el hongo causal de la mustia hilachosa.

En las vainas jóvenes, las lesiones son pequeñas, de color café claro, de forma irregular, y a menudo se unen. En las vainas maduras, las lesiones son de color café oscuro, circulares y muchas veces deprimidas y rodeadas de un borde oscuro (Fig. 32).

El hongo puede infectar las semillas. También forma esclerocios que pueden sobrevivir en el suelo por uno o más años y que constituyen el inóculo primario al ser transportados a las hojas en las salpicaduras de la lluvia. El micelio también puede sobrevivir en los residuos de la cosecha y servir como inóculo.

Las medidas de control de la mustia incluyen las siguientes prácticas culturales: uso de semilla libre de patógeno, siembra temprana del cultivo para que su maduración ocurra antes de la estación lluviosa, eliminación de los residuos de la cosecha infectada, rotación con cultivos no hospedantes como las gramíneas y la cobertura del suelo (mulching) o tapado.

Es posible el control químico con fungicidas foliares. Donde las lluvias son abundantes el uso de fungicidas foliares sistémicos es importante. Se ha utilizado benomil, captafol, maneb, NF-44, carbendazim, y fentinacetato. No se han identificado cultivares con un alto grado de resistencia, pero se ha notado que algunos cultivares tienen ciertos niveles de resistencia a la mustia. El control integrado, que consiste en el uso de plantas con cierta resistencia, de arquitectura erecta y abierta, y la aplicación de fungicidas es, quizás, la mejor manera de reducir las pérdidas por esta enfermedad en lugares dónde ésta es endémica.

Fig. 31 Planta totalmente afectada por mustia hilachosa.

Fig. 32 Síntomas de la vaina causados por el hongo de la mustia hilachosa.

Mancha por ascochyta

Ascochyta leaf spot
Mancha de Ascochyta

Ascochyta phaseolorum Saccardo
Phoma exigua var. *Diversispora* Desm.

Esta enfermedad es muy severa en muchas regiones de América Latina con más de 1500 m de altitud, con temperaturas frías a moderadas y alta humedad. Los síntomas en las hojas inicialmente son lesiones casi circulares, entre colores café y gris a negro, que al crecer tienen la apariencia de un conjunto de círculos concéntricos que pueden contener pequeños picnidios negros (Fig. 33). En condiciones ambientales favorables para su desarrollo, estas lesiones crecen rápido y su resultado es, generalmente, una quemadura muy severa de las hojas.

Lesiones muy similares que muestran picnidios también se pueden encontrar en pedúnculos, peciolos, tallos y vainas (Fig. 34). Las lesiones en las vainas causadas por *Ascochyta* se diferencian de las de antracnosis (chancros deprimidos) y de las de la mancha angular (lesiones ovales y circulares) en que éstas forman círculos concéntricos. Los ataques severos de la enfermedad pueden resultar en defoliación prematura y muerte de la planta. El hongo puede transmitirse por la semilla y sobrevivir en los residuos de cosechas.

Algunas de las prácticas recomendadas para el control son: siembra de semilla limpia y tratada; rotación de cultivos; mayor espaciamiento entre plantas; y aplicaciones foliares con compuestos químicos como clorotalonil, zineb, y benomil. Existen algunos cultivares con niveles de resistencia genética de bajos a intermedios.

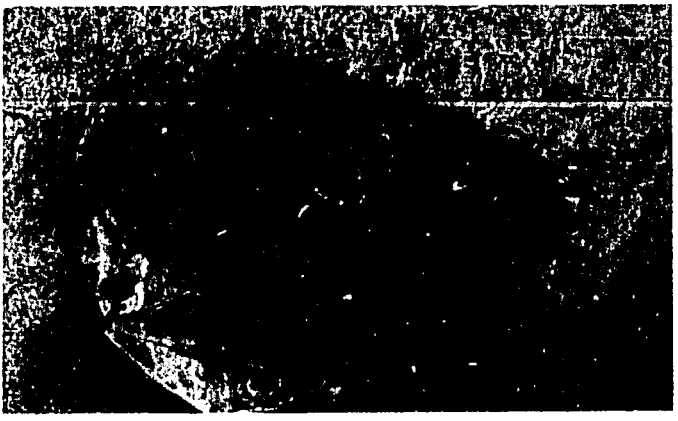

Fig. 33 Síntomas en la hoja causados por *Ascochyta*.

Fig. 34 Síntomas causados por *Ascochyta* en la vaina.

Moho blanco

White mold
Mõfo branco

Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary o
Whetzelinia sclerotiorum (Lib.) Korf y Dumont

En América Latina se conoce esta enfermedad como sclerotinia, esclerotiniosis, salivazo, podredumbre algodonosa, y murcha de sclerotinia. El patógeno está diseminado por todo el mundo, pero es más importante en las zonas templadas del hemisferio norte. Se le encuentra también en áreas tropicales durante las épocas frías o de temperaturas moderadas y de alta humedad. Su número de hospedantes es muy amplio: incluye verduras, ornamentales, frutales y cultivos. El patógeno coloniza los tejidos senescentes de las plantas y después penetra en el hospedero. Inicialmente causa lesiones húmedas o acuosas seguidas por el crecimiento de un moho blanco, algodonoso que cubre los órganos afectados: tallos, ramas y vainas (Fig. 35).

Por lo general la infección del tallo y de las ramas va acompañada por el marchitamiento del follaje. Posteriormente el tejido infectado se seca y adquiere un color claro y una apariencia blanquecina. Pocos días después de la infección, el hongo produce interna y externamente del tejido infectado, unas estructuras de supervivencia negras, de varios milímetros de diámetro, de forma irregular, llamadas esclerocios. Al caer éstos al suelo se diseminan durante la preparación del terreno y por medio de las aguas de riego. El hongo también puede ser portado internamente por la semilla. Los esclerocios dan origen a estructuras reproductivas del hongo llamadas apotecios, las cuales liberan esporas que infectan el tejido vegetal al caer sobre él.

Las aplicaciones de PCNB, diclorán, diclone y de benomil antes y durante la floración ayudan a controlar la enfermedad. Los cultivares de arquitectura erecta, con follaje no muy denso que permitan una buena aireación, penetración de luz y densidades de población bajas, ayudan a prevenir los ataques de moho blanco. Se ha encontrado resistencia en germoplasma de *Phaseolus vulgaris* y en *P. coccineus*.

Fig. 35 Tallo, rama y vaina afectados por el hongo del moho blanco.

Mildeo polvoso

Powdery mildew
Mildio pulverulento

Erysiphe polygoni DC ex Merat.

Esta enfermedad se conoce también en América Latina como oidio, oidium y cinza. Tiene distribución mundial. Prevalece en muchas condiciones ambientales pero generalmente es más grave en condiciones de sequía, de baja humedad y temperaturas moderadas. La infección en plantas jóvenes puede resultar en defoliación y daños severos. Es más común ver los síntomas asociados con plantas adultas. Estos síntomas se inician en la haz de las hojas como manchas oscuras y moteadas; después se llenan de un micelio blanco que les dá una apariencia polvosa (Fig. 36).

De las hojas se esparce a las vainas, en las que causa una decoloración generalmente púrpura, casi redonda, con centro gris (Fig. 37). La enfermedad puede deformar las vainas. Los síntomas en los tallos son, por lo general, decoloraciones rojizas o púrpuras. El micelio puede cubrir toda la planta (Fig. 38). El hongo puede ser portado externamente en la semilla y por el viento que disemina las esporas.

Se utilizan para su control fungicidas como azufre y dinacop. Existen variedades resistentes; sin embargo, la existencia de diferentes razas fisiológicas o patotipos, puede afectar la utilización de estas fuentes de resistencia.

Fig. 36 Síntomas producidos por el mildeo polvoso en la hoja.

Fig. 37 Síntoma en la vaina causado por el hongo del mildeo polvoso.

Fig. 38 Planta de fríjol totalmente infectada por el hongo del mildeo polvoso.

Mancha gris

Gray leaf spot
Mancha gris

Cercospora vanderysti Henn

La mancha gris es una enfermedad foliar que prevalece en regiones por encima de 1500 m, en donde existen temperaturas bajas a moderadas y alta humedad. En la haz de la hoja, los síntomas y signos se presentan como lesiones pequeñas, angulares, de 2-5 mm de diámetro, delimitadas por las venas, de color verde claro o levemente amarillento (Fig. 39). En estas lesiones, se observa en el envés de la hoja un crecimiento del micelio y de las esporas del patógeno que forman una capa gris muy densa que cubre la lesión (Fig. 40). Este síntoma es el diagnóstico de la mancha gris. La infección es más severa y ocurre primero en las hojas viejas. Ataques severos pueden causar defoliación prematura (Fig. 41). En el inicio de esta enfermedad, sus síntomas en la haz de la hoja pueden confundirse con los síntomas de la mancha blanca. En el envés, las lesiones de la mancha blanca son de color blanco. Ambas enfermedades pueden ocurrir en una misma planta (Fig. 42).

Esta enfermedad se controla con fungicidas como benomil e hidróxido de cobre y con variedades resistentes como Rico 23 y B.H. 4935.

Fig. 39 Síntomas en la haz de la hoja causados por el hongo de la mancha gris.

Fig. 40 Síntomas en el envés de la hoja causados por el hongo de la mancha gris.

Fig. 41 Infección severa de la planta ocasionada por el agente causal de la mancha gris.

Fig. 42 Infección foliar mixta causada por los hongos de la mancha gris y de la mancha blanca.

Mancha blanca

White leaf spot
Mancha branca

Pseudocercosporella albida

Esta enfermedad se ha observado en las regiones montañosas de Colombia y Guatemala. Los síntomas de la mancha blanca son similares a los de la mancha gris, pero se manifiestan inicialmente en el envés de las hojas viejas como manchas pequeñas, de 2-5 mm de diámetro, angulares, delimitadas por las venas. Manchas muy similares se presentan en la haz. Las lesiones del envés se cubren por una capa densa de micelio y esporas de color muy blanco (Fig. 43), lo que las diferencia de la mancha gris que forma una capa muy densa de micelio y esporas de color gris oscuro.

Ataques severos del patógeno de la mancha blanca ocurren y pueden resultar en necrosis foliar y defoliación prematura, sobre todo de las hojas más viejas. No hay estudios sobre la influencia de la mancha blanca en los rendimientos del fríjol. Existen variedades resistentes como México 114, Puebla 40-4 y BAT 527 (línea del CIAT).

Fig. 43 Síntomas foliares ocasionados por el hongo de la mancha blanca.

Mancha por alternaria

Alternaria leaf spot
Mancha de Alternaria

Alternaria spp.

Esta enfermedad se conoce con los nombres de mancha parda y mancha foliar por alternaria; puede ser causada por varias especies de *Alternaria* como *A. alternata* (Fr.) Keissler, *A. brassicae f. phaseoli* Brun, *A. fasciculata* (Cke. y Ell.) Jones y Grout y *A. tenuis* Nees.

En general, etos hongos se consideran como parásitos de heridas que atacan los tejidos en senescencia, expuestos a períodos de alta humedad. Aunque a veces pueden causar defoliación prematura, por lo general las pérdidas en rendimiento ocasionadas por *Alternaria* no son considerables.

Los síntomas son más comunes en las hojas primarias y se manifiestan como manchas pequeñas, irregulares, de color café rojizo, rodeados por un borde más oscuro. Al agrandarse estas lesiones pueden formar anillos concéntricos que muchas veces se caen y dejan orificios redondos en la lámina foliar (Fig. 44). Las lesiones se pueden unir y así cubrir grandes áreas de la hoja. El hongo también puede dañar las vainas, a las que les produce lesiones grandes de color café donde se puede notar esporulación (Fig. 45); además daña las semillas en desarrollo.

Otro tipo de síntoma se manifiesta en las hojas, en forma de puntos de color café (Fig. 46). Las semillas pueden ser portadoras de *Alternaria* spp.

Los productos químicos recomendados para el control de la mancha por alternaria son: clorotalonil, tiofanato y zineb. Se ha notado que benomil no es efectivo en el control de *A. alternata*.

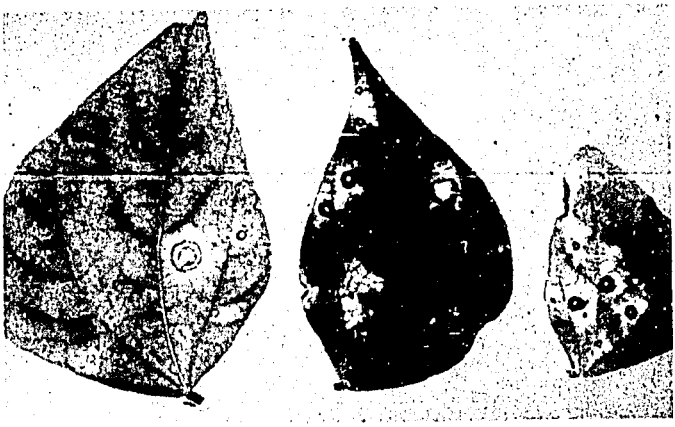

Fig. 44 Síntomas foliares ocasionados por *Alternaria* spp.

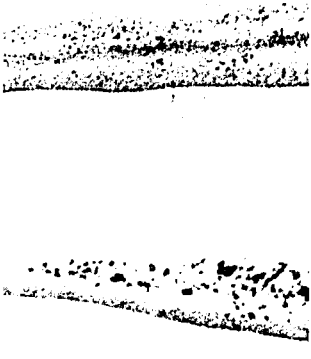

Fig. 45 Síntomas en las vainas ocasionados por *Alternaria* spp.

Fig. 46 Otro tipo de síntomas foliares ocasionados por *Alternaria* spp.

Mancha por cercospora

Cercospora leaf spot
Cercosporeose

Cercospora spp.

Estas manchas foliares son causadas principalmente por *Cercospora canescens*, Ellis y Martin y *C. cruenta*, Saccardo. También se asocian con este tipo de manchas foliares del fríjol, *C. phaseoli*, Dearness y Bartolomew y *C. caracallae* (Speg) Chupp. Los síntomas se manifiestan como lesiones de color café o amarillo a rojizo; tienen tamaños y formas variables (Fig. 47).

Con frecuencia las lesiones producidas por *C. canescens* ocurren en las hojas más viejas, pero también en las vainas y en las ramas. Por lo general, en las hojas los síntomas se presentan en forma irregular, son de color café a gris o café claro, con un centro gris y un borde levemente rojizo (Fig. 48). Algunas veces estas lesiones se secan, se desprenden y dejan un agujero.

Comúnmente *C. cruenta* ataca las hojas primarias; las cubre de unas manchas pequeñas en forma de lunares. Rara vez ataca los trifolios.

Manchas similares se pueden observar también en los tallos y en las vainas.

Las medidas de control rara vez son necesarias, pero aplicaciones foliares de fungicidas cúpricos son eficaces. Se han encontrado variedades resistentes.

Fig. 47 Síntomas en hojas ocasionados por *Cercospora* spp.

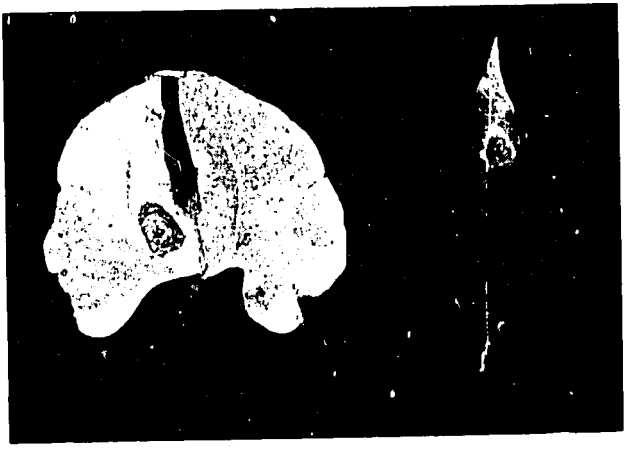

Fig. 48 Síntomas foliares causados por *C. canescens.*

Mancha redonda — Chaetoseptoria leaf spot

Chaetoseptoria welmanii Stevenson

Esta enfermedad también se conoce como mancha foliar por *Chaetoseptoria*; se presenta con frecuencia en Centro América y en las Indias Occidentales, en regiones con temperaturas moderadamente frías y con alta humedad.

Los síntomas se manifiestan en las hojas, como lesiones circulares de tamaño mediano a grande, con el centro café claro o crema y rodeadas de un borde más oscuro de color café rojizo (Fig. 49). El centro de la lesión puede presentar unos puntitos grises o negros que son los picnidios (estructuras frutales) del patógeno.

La infección es común en las hojas primarias y la enfermedad puede inducir una defoliación severa. El patógeno puede ser transmitido por la semilla.

Las medidas de control utilizadas incluyen las aspersiones foliares con benomil, el uso de semilla limpia, y el desarrollo de variedades resistentes.

Fig. 49. Síntomas foliares producidos por el hongo de la mancha redonda.

Mancha harinosa

Floury leaf spot
Mõfo branco da fõlha

Ramularia phaseoli (Drummond) Deighton

Esta enfermedad, conocida también como mancha farinhosa, se presenta en regiones con temperaturas moderadas a bajas y humedad de moderada a alta.

Los síntomas se observan más claramente en el envés de las hojas como lesiones más o menos redondas en las que el hongo produce una masa blanca de conidióforos y conidios (Fig. 50).

Se puede confundir la mancha harinosa con mildeo polvoso, el cual produce también micelio blanco, pero generalmente es más compacto y sólo se produce en la haz de las hojas. Los síntomas de la mancha harinosa pueden aparecer en la haz de la hoja con una decoloración muy leve, verde claro o amarilla, sin evidencia de micelio o esporas. Casi siempre la infección ocurre primero en el follaje más viejo. La infección severa causa defoliación prematura.

Por lo general no es necesario usar medidas de control porque la enfermedad rara vez causa defoliación o daños severos. Se obtiene un buen control con aplicaciones de benomil o tiofanato.

Fig. 50 Síntomas causados por el hongo de la mancha harinosa en el envés de la hoja.

Moho gris

Gray mold
Bolor cinzento

Botrytis cinerea Pers. ex Fries., estado asexual
Botryotinia fuckeliana (De Bary) Whetz., estado sexual

Esta enfermedad se conoce también con el nombre de podredumbre gris; puede ser más severa durante los períodos de alta humedad.

El moho gris es una pudrición común en habichuelas almacenadas y en tránsito. La infección es favorecida por heridas en los tejidos de la planta, en los que la enfermedad produce áreas acuosas que son fáciles de reconocer por el color entre gris y verde del hongo que coloniza estas lesiones (Fig. 51). El tejido afectado se marchita y muere. Las plántulas también pueden ser atacadas, pero por lo general, el daño es más común en las plantas más maduras que tienen las vainas en contacto con el suelo.

Inicialmente la infección ocurre con mucha frecuencia en las partes aéreas de las plantas y en los botones florales envejecidos. Los tejidos infectados del patógeno pueden formar varias estructuras como estomas negros y esclerocios sobre los que se pueden desarrollar conidios y apotecios similares a los producidos por el hongo que causa el moho blanco.

Como medidas de control se recomienda la disminución de la densidad de las siembra y la aplicación de fungicidas.

Fig. 51 Infección de la vaina causada por el agente causal del moho gris.

Mildeo velloso

Downy mildew

Phytophthora parasitica Dast.
Phytophthora phaseoli Thaxter.

El mildeo velloso es más común en México y en algunas partes de Centro América. La enfermedad es favorecida por bajas temperaturas y alta humedad. Los síntomas se manifiestan con manchas blancas en los pecíolos; estas manchas aumentan de tamaño y ocasionan eventualmente el marchitamiento y la muerte de las hojas. El patógeno también ataca las flores, las yemas y los ovarios, sobre todo aquellos que están en contacto con el suelo. Es común que las vainas sean colonizadas por el micelio blanco que se localiza en parches, rodeado de un borde café rojizo (Fig. 52). Las vainas severamente atacadas se arrugan y mueren.

Entre las medidas de control utilizadas se incluye el desarrollo de variedades erectas, con vainas que no estén en contacto con el suelo y que tengan el follaje poco tupido, para que permita una buena aireación. Algunos fungicidas utilizados son zineb, maneb y nabán.

Fig. 52 Infección de la vaina ocasionada por el agente causal del mildeo velloso.

Carbón de la hoja — Leaf smut

Entyloma petuniae Speg.

Esta enfermedad se presenta en muchas regiones de América Central y en las islas del Caribe. Se identifica fácilmente por las lesiones o ampollas que se presentan en la haz de la hoja, de color gris oscuro, en dónde se encuentran el micelio y las masas subepidérmicas de clamidosporas negras del patógeno. Inicialmente las ampollas que son casi redondas u ovaladas, tienen una apariencia acuosa; después toman un color café que varía a grisáceo en la haz y azul grisáceo en el envés (Fig. 53).

Con frecuencia las lesiones están delimitadas por las venillas de la hoja y algunas coalescen. En general, la infección se limita a las hojas primarias o a los primeros trifolios, pero se han encontrado daños hasta en un 60% del follaje.

Para el control de esta enfermedad se puede tratar la semilla con carboxin y hacer aspersiones al follaje con benomil.

Fig. 53 Síntomas foliares causados por el hongo del carbón de la hoja.

Añublo de la hoja y de la vaina por Diaporthe

Diaporthe pod blight

Phomopsis subcircinata Ell. y Ever., estado asexual
Diaporthe phaseolorum (Cooke and Ellis) Saccardo, estado sexual

Esta enfermedad también se conoce como tizón de la vaina.

Los síntomas iniciales se notan en ambos lados de la hoja, como manchas que pueden ser semicirculares y también de forma irregular, de color café rojizo, con un borde definido (Fig. 54). Las lesiones pueden observarse por toda la hoja pero con más frecuencia en asociación con la nervadura central. En las lesiones moribundas se presentan muchas veces las estructuras asexuales del hongo (picnidios) y ocasionalmente las sexuales (peritecios). Después se notan los síntomas en las vainas, que se inician con manchas pequeñas casi circulares que se expanden concéntricamente. Muchas de estas lesiones tienen picnidios que se distribuyen en círculos concéntricos sobre la superficie total de la lesión (Fig. 55). El hongo ataca las semillas en las que también puede ser portado.

Las medidas de control incluyen: siembra de semilla libre de patógeno; rotación de los cultivos y aspersión con fungicidas como benomil.

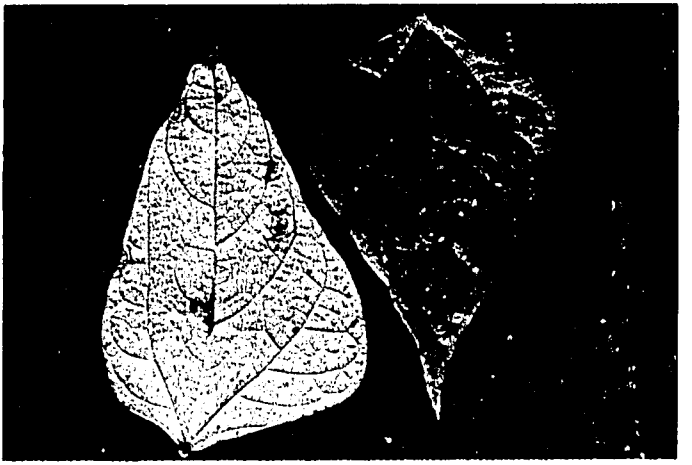

Fig. 54 Síntomas foliares causados por el hongo del añublo de la vaina.

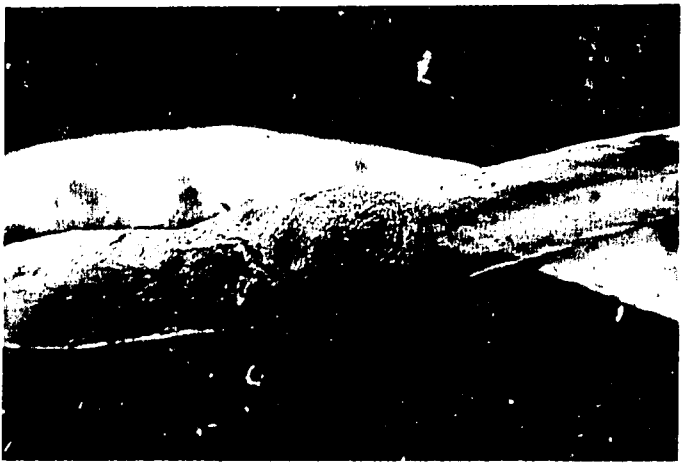

Fig. 55 Síntomas en las vainas causados por el hongo del añublo de la vaina.

HONGOS QUE AFECTAN LA RAIZ Y EL TALLO

Chancro o pudrición radical por Rhizoctonia

Rhizoctonia root rot
Podridão radicular de Rhizoctonia

Rhizoctonia solani Kühn

En América Latina se conoce esta enfermedad también como tizón, podredumbre del tallo, y tombamento. La enfermedad se desarrolla en temperaturas de moderadas a bajas y en humedad de suelo de moderada a alta. El patógeno puede atacar severamente las plántulas y causar podredumbre del pie (damping-off). Además, puede producir pudrición radical y chancros en el tallo, debajo y encima de la superficie del suelo. Puede atacar las vainas y las ramas en contacto con el suelo. Los ataques iniciales de la raíz y del hipocótilo resultan en chancros o depresiones de color café rojizo, casi siempre oblongos o alargados y algunas veces casi circulares, que pueden estar rodeados por un borde un poco más oscuro (Fig. 56). Después, estos chancros aumentan de tamaño, se tornan más profundos y más rojizos (Fig. 57) y llegan a la médula (Fig. 58). La formación de chancros es óptima en temperaturas de suelo de 18°C, inhibida por temperaturas superiores a los 21°C. Las plantas con chancros son generalmente más pequeñas y menos vigorosas. Muchas veces se pueden encontrar esclerocios sobre los chancros o en el interior del tallo. Los esclerocios sirven como fuente de inóculo y pueden sobrevivir en el suelo en los residuos de la cosecha. El ataque de las vainas en contacto con el suelo resulta en lesiones acuosas, un poco deprimidas y de color café. La semilla infectada se decolora y puede transportar el patógeno internamente.

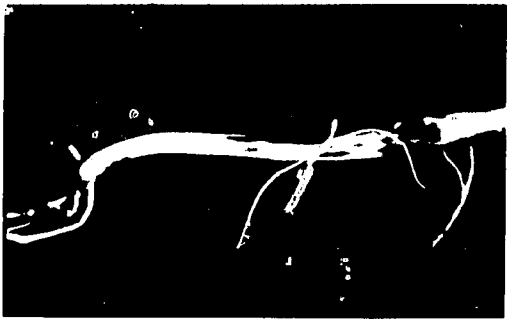

Fig. 56 Síntomas iniciales causados por *Rhizoctonia solani.*

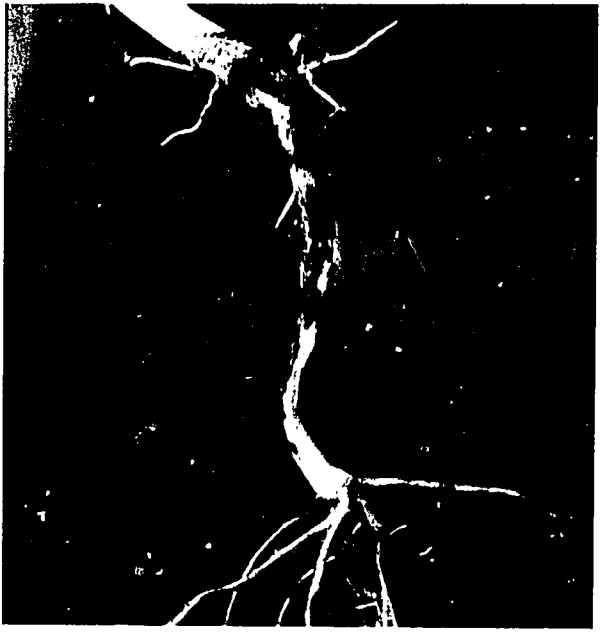

Fig. 57 Chancros en el hipocótilo producidos por *R. solani.*

La siembra poco profunda reduce los ataques en las plántulas pero puede aumentar el acame. La siembra debe realizarse cuando la temperatura del suelo esté lo suficientemente alta para disminuir la infección. La rotación con cereales contribuye a reducir los niveles del inóculo en el suelo. PCNB es el fungicida más utilizado en el control de *Rhizoctonia*. Otros fungicidas que pueden controlar la infección son: cloroneb, busán, benomil, tirán, zineb, carboxin y captán. Los fungicidas se aplican a la semilla antes o durante la siembra y son efectivos durante la germinación y el desarrollo inicial de la plántula, pero generalmente no protegen las raíces en desarrollo de plantas adultas. En general las plantas adultas poseen más resistencia a la enfermedad. Son pocos los cultivares con niveles altos de resistencia a *R. solani*.

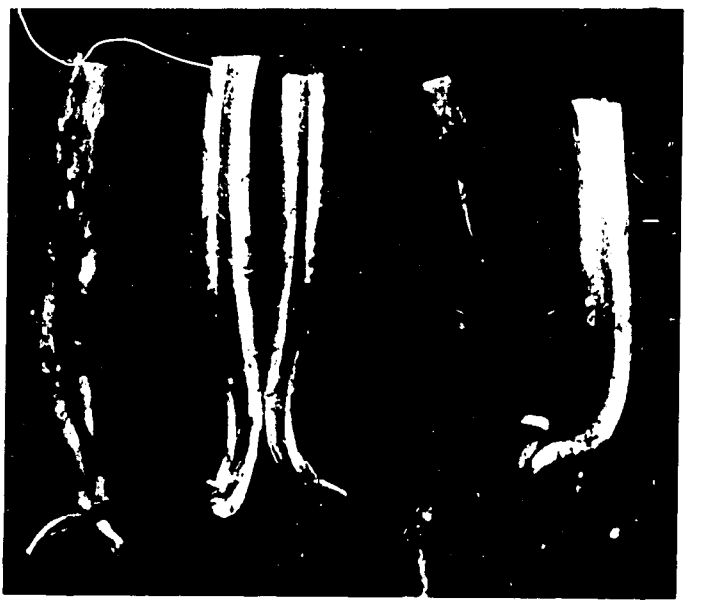

Fig. 58. Chancros viejos e infección medular causados por *R. solani*.

Pudrición seca de la raíz o pudrición radical por Fusarium

Fusarium root rot
Podridão radicular sêca

Fusarium solani (Mart.) Appel y Wollenw.
f. sp. *phaseoli* (Burk.) Snyder y Hansen.

Los síntomas iniciales se observan en el hipocótilo y en la raíz primaria, una o dos semanas después que las plantas han emergido (Fig. 59). Por lo general, se presentan como decoloraciones o lesiones rojizas; gradualmente se vuelven más oscuras, de color café y aumentan en tamaño; pueden llegar a cubrir toda la raíz o cubrirla en vetas, o en agrietamientos longitudinales (Fig. 60). Rara vez pasan las lesiones por encima de la superficie del suelo. Con frecuencia la raíz principal y las raíces secundarias mueren, la parte inferior del tallo se vuelve medulosa o hueca y se desarrollan raíces laterales por encima del tejido infectado, lo que permite que la planta sobreviva. Por lo general no se nota un marchitamiento asociado con esta enfermedad pero las plantas severamente atacadas en condiciones deficientes de humedad se vuelven raquíticas y pueden morir. El patógeno no se transmite por la semilla, pero es probable que se encuentre en la mayoría de los suelos como estructuras de supervivencia llamadas clamidosporas o asociado con tejido vegetal y humus. Estimulan la germinación de las clamidosporas, el contacto con los exudados producidos por la semilla en germinación, los hipocótilos y las raíces de plantas no susceptibles y susceptibles.

Para controlar la enfermedad, el cultivo debe sembrarse en suelos fertilizados y bien drenados que favorezcan el crecimiento vigoroso de la planta y eviten las poblaciones altas. Entre los productos químicos se utilizan: busán, benomil, captafol, nabán, tirán y PCNB. También se deben sembrar variedades con resistencia a la enfermedad.

Fig. 59 Síntomas iniciales en la raíz y en el hipocótilo ocasionados por *Fusarium solani*.

Fig. 60 Decoloraciones en la raíz y en el hipocótilo causadas por *F. solani*.

Amarillamiento o marchitamiento por Fusarium

Fusarium yellows
Murcha de Fusarium

Fusarium oxysporum Schlecht. f. sp. *phaseoli* Kendrick y Snyder

Esta enfermedad también se conoce en América Latina como Fusariosis, y tizón por *Fusarium*. La infección ocurre generalmente a través de heridas en las raíces o en los hipocótilos y causa una coloración rojiza en el sistema vascular de la raíz, del hipocótilo, del tallo y de los peciolos (Fig. 61). Los síntomas iniciales resultan en un leve amarillamiento; después en un envejecimiento prematuro de las hojas inferiores, que progresa hacia las hojas jóvenes ubicadas en la parte superior de la planta (Fig. 62). A medida que avanza la enfermedad, el amarillamiento de las hojas se hace más pronunciado. Los ataques a las plántulas pueden resultar en plantas más pequeñas y atrofiadas, y los ataques a las vainas, en lesiones acuosas. El patógeno puede ser transportado en las semillas en forma de esporas adheridas a la superficie de la testa.

Algunas medidas de control incluyen el tratamiento de la semilla con fungicidas como ceresán o semesán, y la siembra de variedades resistentes.

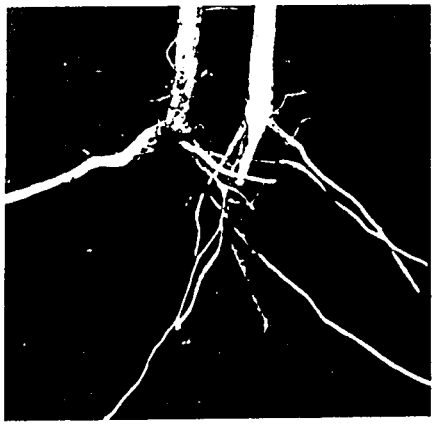

Fig. 61 Síntomas en la raíz y en el hipocótilo producidos por *F. oxysporum.*

Fig. 62 Amarillamiento foliar ocasionado por *F. oxysporum.*

Añublo sureño

Southern blight
Murcha de Sclerotium

Sclerotium rolfsii

Se conoce esta enfermedad en América Latina como marchitamiento de *Sclerotium*, tizón sureño, malla blanca, pudrición húmeda y mal de esclerocio, y como pudridao do colo. La enfermedad se encuentra presente en muchas regiones, sobre todo en aquellas con temperatura y humedad altas. El patógeno tiene muchos hospedantes y produce síntomas muy característicos. Inicialmente los síntomas se manifiestan como un ligero amarillamiento de las hojas inferiores acompañado de una lesión oscura y acuosa, ubicada en el tallo o hipocótilo, debajo de la superficie del suelo (Fig. 63). La lesión se expande a la raíz principal, y puede causar una pudrición cortical (Fig. 64) que eventualmente, en condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad, puede causar el marchitamiento y muerte de la planta. En la base del tallo, en contacto con el suelo, es común observar la presencia de un micelio blanco y de esclerocios redondos y blancos a café claros, característicos del patógeno, que se adhieren a las raíces, al hipocótilo y a partículas del suelo en contacto con la planta (Fig. 65). Al madurar los esclerocios se vuelven color café. Las vainas en contacto con el suelo son atacadas y se pudren. El patógeno puede ser portado por la semilla.

Se debe evitar la introducción del patógeno a suelos vírgenes a través de semilla contaminada. Se recomienda destruir los residuos de la cosecha, eliminar los huéspedes alternos y hacer un buen drenaje del suelo. Algunos de los fungicidas más eficaces son: PCNB, captafol, cloruro de fertín y tridemorf. Existen algunas fuentes de resistencia a la enfermedad.

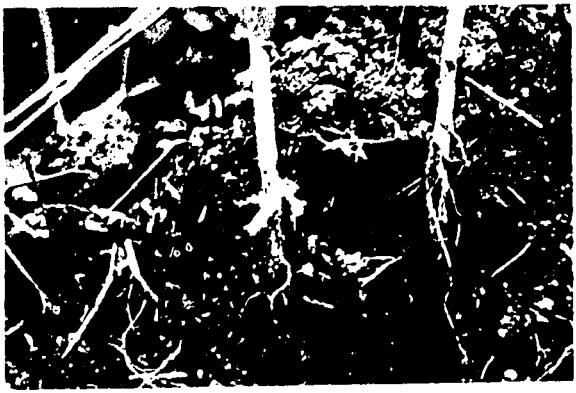

Fig. 63 Síntomas iniciales del hipocótilo y de la raíz producidos por el hongo del añublo sureño.

Fig. 64 Pudrición cortical de la raíz principal causada por *S. rolfsii*.

Fig. 65 Esclerocios y micelio producidos por *S. rolfsii*.

Pudrición gris de la raíz y del tallo

Ashy stem blight
Podridão cinzenta do caule

Macrophomina phaseolina (tassi) Goidanich o *M. phaseoli* (Maubl.) Ashby

Otros nombres comunes usados para esta enfermedad en América Latina son podredumbre carbonosa y tizón ceniza del tallo. El patógeno tiene muchos hospederos y la enfermedad es favorecida por temperaturas altas. Los síntomas se pueden observar como chancros negros en plántulas antes o inmediatamente después de la emergencia, deprimidos en los tallos cerca de la superficie del suelo en la base de los cotiledones (Fig. 66). Los chancros, que tienen bordes bien definidos a menudo presentan bordes concéntricos. La infección puede destruir el punto de crecimiento de la planta o quebrar el tallo en el lugar debilitado por el chancro.

La lesión avanza en ambas direcciones, hacia el hipocótilo y las raíces, y hacia los peciolos de las hojas primarias; con frecuencia es más pronunciada en un lado de la planta (Fig. 67); en plantas viejas puede causar clorosis, defoliación prematura, marchitamiento, degradación de la raíz y del hipocótilo, y muerte. Las lesiones posteriormente se vuelven grises y con frecuencia tienen estructuras de supervivencia o esclerocios lisos, de color negro, presentes interna y externamente en el tejido afectado (Fig. 68). También se pueden encontrar picnidios de color negro, sumergidos bajo un fondo gris, lo que le da al tallo una apariencia gris o ceniza característica (Fig. 69). El hongo puede ser transportado internamente en la semilla.

Entre las medidas de control para disminuir aún más la supervivencia de los esclerocios se recomienda: rotar los cultivos por varios años; sembrar semilla limpia tratada con fungicidas como ceresán; arar profundo para enterrar los residuos infectados de la cosecha; fumigar el suelo con productos como tiofanato de metilo, bromuro de metilo y cloropicrina. También se han identificado algunas variedades resistentes.

Fig. 66 Síntomas en las plántulas producidos por *M. phaseolina.*

Fig. 67 Síntoma ocasionado por el hongo de la pudrición gris del tallo en un lado de la planta

Fig. 68 Esclerocios de *M. phaseolina* sobre un tallo infectado. (izq.).

Fig. 69 Picnidios de *M. phaseolina* sobre un tallo infectado. (derecha).

Pudrición negra de la raíz — Black root rot

Thielaviopsis basicola (Berk. y Br.) Ferr.

Los síntomas característicos son las lesiones negras, en el hipocótilo, en la raíz principal y en las raicillas (Fig. 70). Al principio, el patógeno ataca el hipocótilo por debajo de la superficie del suelo y le produce lesiones que son más o menos púrpuras o rojizas. Posteriormente las lesiones se oscurecen; se vuelven color café y después negro carbón, y le dan a la raíz una apariencia negra.

El patógeno sobrevive en el suelo por períodos indefinidos y ataca las raíces durante las épocas de temperaturas bajas y húmedas. Las temperaturas entre 15 y 18°C hacen que la enfermedad sea más severa.

Cuando la planta también es atacada por otros organismos como *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., y algunas especies de nematodos, la enfermedad es más severa. El hongo produce en el tejido infectado clamidosporas que son estructuras que le permiten sobrevivir en el suelo. El patógeno es transportado en residuos infectados de la planta, en partículas de suelo o adherido a las herramientas agrícolas.

Se recomienda la siembra en suelos bien drenados y el uso de variedades resistentes.

Fig. 70 Síntomas de infección de la raíz ocasionados por el hongo de la pudrición negra de la raíz.

Pudrición radical por Pythium

Pythium root rot
Murcha de Pythium

Pythium spp.

Esta enfermedad también se conoce en América Latina como marchitamiento por *Pythium*. Es causada por varias especies de *Pythium* como *P. aphanidermatum* (Edson) Fits. (*P. butleri* Grube.), *P. irregulare* Buism; *P. myriotylum* Drechs; *P. ultimum* Trow y otras especies menos frecuentes.

Las especies de *Pythium* pueden atacar la plántula que emerge, los cotiledones, la radícula, el hipocótilo y producir podredumbre del pie (damping-off) de preemergencia; igualmente pueden causar la muerte de la plántula antes de emerger por la pudrición acuosa que se forma, lo que después resulta en podredumbre del pie (damping-off) de posemergencia. Además, cuando se manifiestan lesiones humedecidas, alargadas en la parte más baja del hipocótilo y en la raíces, es frecuente un marchitamiento de la plántula atacada de una a tres semanas después de iniciarse la enfermedad. Si la enfermedad progresa, las lesiones se secan y cambian de color bronceado a canela o café claro y son ligeramente deprimidas (Fig. 71). En ataques severos, el hipocótilo y las raíces se destruyen (Fig. 72). El ataque a las plántulas resulta en su marchitamiento y muerte tan pronto como emergen (Fig. 73).

En clima cálido y en condiciones de alta humedad del suelo, las plantas adultas pueden ser atacadas; el patógeno invade la corteza del tallo y de las ramas laterales, lo que resulta en un marchitamiento o muerte de las plantas adultas. La alta humedad del suelo favorece a las especies de *Pythium*.

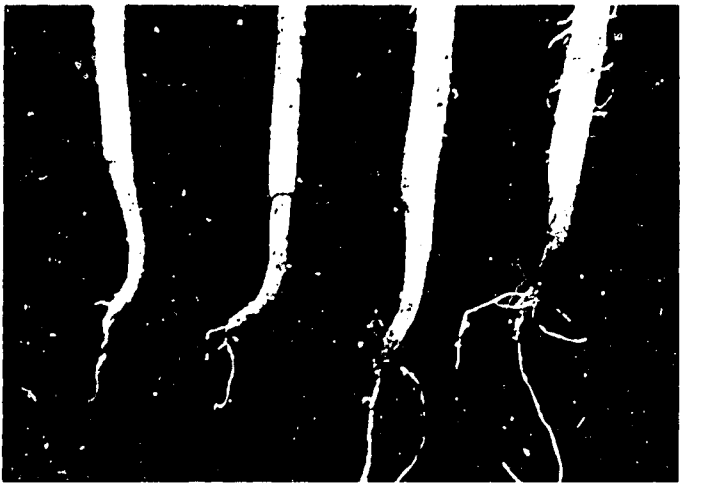

Fig. 71 Lesiones deprimidas causadas por la pudrición radical por *Pythium*.

Fig. 72 Síntomas de pudrición radical por *Pythium* en plantas infectadas (izquierda) y sanas (derecha).

Se recomienda sembrar en suelos bien drenados y dar una mayor distancia de siembra que favorezca una buena aireación y que disminuya la transmisión del patógeno entre plantas. Algunos productos químicos que disminuyen la severidad de la enfermedad son: demosán, dexón, piroxiclor, captán, tirán, zineb, y algunas combinaciones de éstos. El tratamiento de la semilla con protiocarb ha dado buenos resultados. Existen variedades resistentes.

Fig. 73 Marchitamiento y muerte de la plántula ocasionado por especies de *Pythium*.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS

Añublos común y fusco Common bacterial blight
Fuscous blight
Crestamento bacteriano comum

Xanthomonas phaseoli (Smith) Dows. o *X. campestris* pv. *phaseoli*
Xanthomonas phaseoli var. *fuscans* (Burk.) Starr

El añublo común también se conoce en América Latina como bacteriosis y tizón común. Las bacterias que causan el añublo común y el añublo fusco, con frecuencia están asociadas y se hallan distribuídas en muchas áreas productoras de fríjol del mundo, donde se les considera las principales enfermedades bacterianas de este cultivo.

Ambos patógenos son de climas cálidos e inducen los mismos síntomas en las hojas, vainas, semillas y tallos, pero los aislamientos que causa el añublo fusco son frecuentemente más virulentos. En general, ambas bacterias causan mayor daño en condiciones de humedad y temperaturas altas.

En el follaje, la infección inicial se manifiesta en forma de puntos acuosos en el envés de la lámina foliar (Fig. 74); estos puntos aumentan de tamaño en forma irregular y con frecuencia las lesiones adyacentes se unen y se puede observar exudación bacterial en la hoja. El tejido infectado se vuelve flácido; las lesiones tienen una delgada zona de tejido amarillo (Fig. 75). Ataques severos resultan en un amplio necrosamiento de las hojas y en defoliación prematura (Fig. 76). Ocasionalmente también se puede observar una reducción del diámetro del tallo y pudrición en la unión del nudo cotiledonario, lo que hace que se quiebre el tallo (Fig. 77).

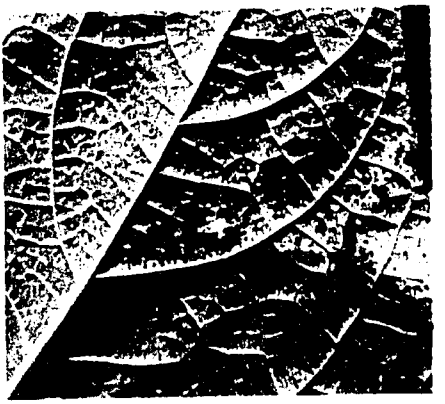

Fig. 74 Manchas foliares acuosas producidas por los añublos común y fusco.

Fig. 75 Lesiones causadas por el añublo común en la hoja.

En las vainas los síntomas se manifiestan como manchas pequeñas húmedas, que aumentan gradualmente de tamaño; son ligeramente deprimidas y de color rojo oscuro. La semilla infectada se arruga y por lo general se pudre (Fig. 78). Las bacterias pueden estar presentes y ser transmitidas por la semilla, interna o externamente.

Para su control se recomienda sembrar semilla libre de patógenos, rotar los cultivos y arar profundo. Para proteger la semilla o el follaje se pueden utilizar productos como sulfato de cobre, hidróxido de cobre y bunema. Antibióticos aplicados al follaje pueden inducir la formación de mutantes resistentes. Se deben sembrar variedades resistentes al añublo común y al añublo fusco.

Fig. 76 Infección severa del follaje ocasionada por el añublo común.

Fig. 77 Rompimiento del tallo producido por el añublo común.

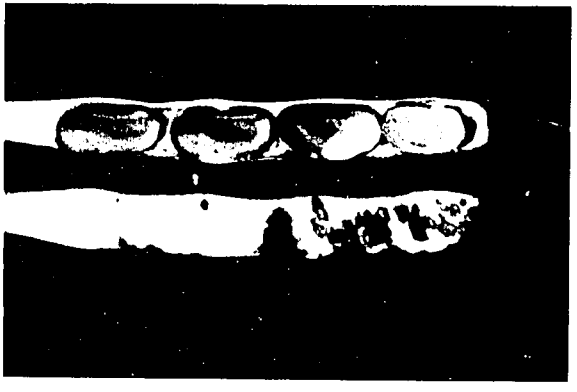

Fig. 78 Infecciones de la vaina y de la semilla ocasionadas por el añublo común.

Añublo de halo Halo blight
Crestamento bacteriano de halo

Pseudomonas phaseolicola (Burk.) Dows.
P. syringae pv. *phaseolicola*

En América Latina esta enfermedad se conoce también como halo amarillo, tizón de halo, mancha de halo, hielo amarillo, crestamento bacteriano aureolado y mancha aureolada.

La enfermedad es más común y seria en regiones con temperaturas frías o moderadas. Los síntomas iniciales en el envés de la hoja aparecen de 3 a 5 días después de la infección, como pequeñas manchas húmedas; posteriormente, alrededor de las manchas acuosas se forma un halo amarillo verdoso (Fig. 79). También puede ocurrir una clorosis sistémica con amarillamiento y deformación de las hojas, sin que hayan síntomas externos aparentes. Las vainas infectadas presentan manchas acuosas de color café o rojo con apariencia grasosa (Fig. 80). El patógeno se transmite por medio de la semilla. En las lesiones acuosas de las hojas y de las vainas se puede observar un exudado bacteriano de color plateado (Fig. 81).

Como medidas de control se recomienda arar profundo, rotar los cultivos, y usar semilla libre del patógeno. Además se debe evitar el desplazamiento de personal dentro de los cultivos infectados hasta que la humedad ambiental del follaje se haya secado. Químicamente se puede controlar la enfermedad utilizando hidróxido de cobre, sulfato de cobre, caldo bordelés, oxicloruro de cobre, óxido cúprico y algunos antibióticos, como sulfato de estreptomicina y sulfato de dihidroestreptomicina. Se deben sembrar cultivares resistentes. La resistencia se afecta por la presencia de variación patogénica.

Fig. 79 Síntomas foliares de infección producidos por el añublo de halo.

Fig. 80 Mancha grasosa producida por el añublo de halo en las vainas.

Fig. 81 Exudado bacteriano producido por *P. phaseolicola.*

Marchitamiento bacteriano

Bacterial wilt
Murcha bacteriana

Corynebacterium flaccumfaciens (Hedges) Dows.

No se tienen informes sobre esta enfermedad en América Latina. Favorece su desarrollo las temperaturas mayores de 32°C y condiciones de sequía. El patógeno sobrevive en la semilla. La infección puede iniciarse desde la semilla infectada o por heridas en las hojas y en las raíces. La bacteria es sistémica y el desarrollo de la enfermedad es muy rápido, una vez que las bacterias lleguen al sistema vascular.

Los síntomas iniciales de marchitamiento con flacidez de las hojas se aprecian mejor durante la parte más calurosa del día. Si las condiciones de baja humedad y altas temperaturas persisten, las hojas se tornan color café y la planta se marchita y muere. En condiciones de alta humedad y baja temperatura, las hojas flácidas pueden recuperarse y adquirir su turgencia. El patógeno es sistémico; invade el sistema vascular de la planta e incita el marchitamiento. La bacteria en la semilla infectada produce decoloraciones amarillas, anaranjadas o azules (Fig. 82). El patógeno puede también sobrevivir en los residuos de las plantas infectadas.

Para controlar la enfermedad se recomienda: siembra libre de patógeno, rotación de cultivos, y siembra de variedades resistentes.

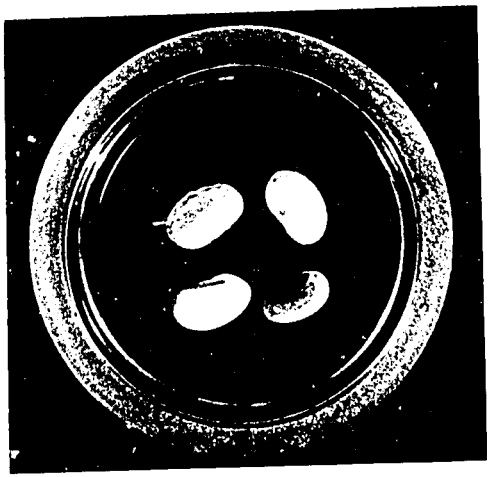

Fig. 82 Decoloración de la semilla debida al marchitamiento bacteriano.

Mancha parda bacteriana — Bacterial brown spot

Pseudomonas syringae van Hall
P. syringae pv. *syringae*

Esta enfermedad se conoce también como punto café bacteriano. La bacteria que la causa tiene muchos hospedantes; sin embargo, sólo los aislamientos de fríjol son altamente virulentos para este cultivo. Los síntomas característicos de la mancha parda bacteriana son lesiones necróticas o puntos de color café, que a veces están rodeados por una zona clorótica (Fig. 83). El tamaño de las lesiones es variable y generalmente no presenta lesiones acuosas visibles, pero sí produce un exudado bacteriano. El patógeno es sistémico y causa lesiones en el tallo.

Es común observar que las vainas infectadas se doblen y presenten manchas oscuras (Fig. 84). Las plantas adultas son más resistentes. El patógeno puede ser diseminado por el agua de riego por aspersión.

Para controlar la enfermedad en el follaje y en las vainas se puede asperjar con sulfato de cobre y de hidróxido de cobre. Se recomienda el uso de variedades resistentes.

Fig. 83 Síntomas de infección foliar ocasionados por el agente causal de la mancha parda bacteriana.

Fig. 84 Doblamiento de las vainas ocasionado por *P. syringae*.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS

Nematodos de los nudos radicales Root knot nematode
Galhas das raízes

Meloidogyne incognita (Kofoid y White) Chitwood
Meloidogyne javanica (Treub) Chitwood

Nematodos de las lesiones radicales Lesion nematode
Lesiones por nematodos

Pratylenchus scribneri Steiner

En la literatura se han descrito varias especies de nematodos que infestan el fríjol, entre ellas: *Meloidogyne* sp., *Trichodorus* sp., *Pratylenchus* sp., *Belonolaimus* sp., *Heterodera* sp., y *Ditylenchus* sp.

Los síntomas ocasionados por los nematodos al alimentarse del sistema radicular se presentan en las partes aéreas de las plantas, las cuales se vuelven cloróticas, raquíticas, presentan quemazones en los bordes de las hojas y terminan por marchitarse, principalmente durante los períodos de falta de humedad. Los síntomas de infección producidos por *Meloidogyne* spp. en las raíces consisten en la formación de agallas de 12 mm o más de diámetro en las raíces primarias y secundarias (Fig. 85), disminución del sistema radicular, acortamiento y engrosamiento de las raíces, y reducción del número de las laterales. Estas agallas interfieren con la capacidad de la planta de obtener humedad y nutrimentos del suelo y reducen significativamente la producción. Los nematodos de las lesiones producen lesiones de color café o negro en las raíces (Fig. 86) al alimentarse en sus tejidos epidérmicos y corticales.

Las medidas de control incluyen: prácticas culturales tales como rotación de cultivos, períodos largos de barbecho, arada profunda, inundaciones durante una o dos semanas; control químico aplicando al suelo nematicidas granulares como el carbofurán, nemagón, nemacur o ethoprop, y, el desarrollo de variedades con resistencia o tolerancia.

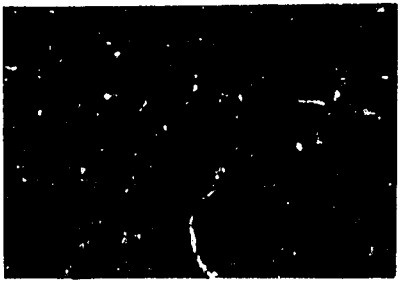

Fig. 85 Agallas en las raíces que se forman en respuesta a la infección por *Meloidogyne* sp.

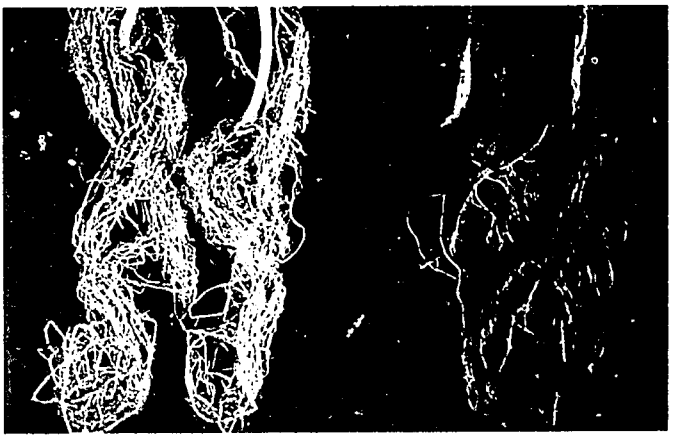

Fig. 86. Daño en las raíces causado por ***Pratylenchus scribneri.***

PATOLOGIA DE LA SEMILLA

Producción de semilla limpia — Clean seed production

Un gran número de hongos, bacterias y virus pueden ser transmitidos interna o externamente en la semilla de *Phaseolus vulgaris* utilizada por el agricultor para su producción (Fig. 87). En general, mucha de la semilla de fríjol que es utilizada por el pequeño agricultor latinoamericano no es de buena calidad y muchas veces transporta agentes fitopatogénicos que inciden sobre su germinación. Muchos de estos patógenos pueden sobrevivir internamente en la semilla por largos períodos y después atacar las plántulas germinadas (Fig. 88). También pueden sobrevivir como epifitos en la planta en desarrollo, hasta que las condiciones ambientales favorezcan su establecimiento como patógenos.

La semilla del fríjol es un medio muy eficiente de diseminación de organismos fitopatogénicos de una localidad a otra. Muchos son los agentes causantes de enfermedades del fríjol que pueden ser transportados internamente en la semilla y gran parte de ellos se encuentran localizados dentro de la testa.

Además de los patógenos transmitidos en la semilla, muchos hongos pueden producir pérdidas considerables en las semillas en almacenamiento. La mayoría de estos hongos contaminantes afectan el embrión, causan su muerte y por consiguiente, reducen el porcentaje de germinación de la semilla. Se han reportado alrededor de 150 especies de hongos que afectan además de la germinación, la calidad industrial y las propiedades alimenticias del fríjol almacenado. Algunos géneros de hongos asociados con problemas de almacenamiento como *Asperginus* y *Penicillium* son conocidos por su capacidad de producir toxinas. La temperatura del almacenamiento, la humedad

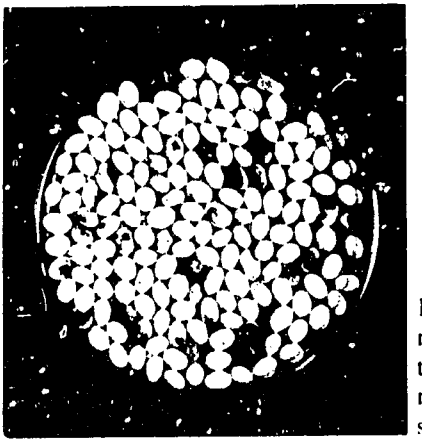

Fig. 87 Muestra de semillas severamente contaminadas por organismos portados por la semilla.

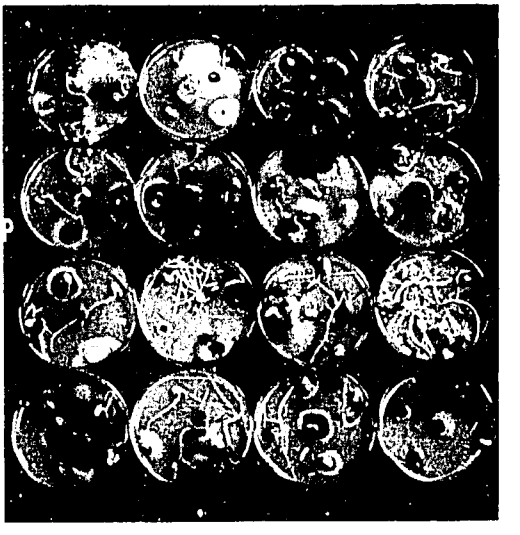

Fig. 88 Muestra de semillas contaminadas, desinfectadas e incubadas en agar con papa y dextrosa.

ambiental, el contenido de humedad del grano, el estado de la semilla y la duración del período de almacenamiento, son algunos de los factores que influencian la invasión de hongos en granos almacenados. Para combatir ésto se recomiendan temperaturas bajas, alrededor de 10° C, y un buen aireamiento. Se debe evitar almacenar semillas frescas con altos contenidos de humedad.

Son varias las medidas que son efectivas en la producción de semilla limpia: el tratamiento de la semilla con fungicidas protectores incide sobre los hongos portados en la testa pero no es efectivo contra los hongos que se encuentran en los cotiledones. Los fungicidas sistémicos pueden penetrar tanto la testa como los cotiledones y brindar un mejor grado de protección. Aplicaciones foliares con fungicidas durante la época de crecimiento y especialmente durante la formación y la madurez de las vainas, reducen también la incidencia de patógenos fúngicos, tanto en las vainas como en las semillas. No es posible controlar con efectividad la transmisión de bacterias dentro de las semillas de fríjol. Muchos de los métodos y compuestos químicos utilizados han dado resultados erráticos. La contaminación externa de la semilla con bacterias se puede reducir aplicando antibióticos como la estreptomicina. Igualmente una vez que un virus se ha establecido en la semilla, no hay métodos efectivos o prácticos de eliminarlo.

Otro método utilizado es la producción de semilla limpia en un área donde las condiciones ambientales y las prácticas culturales no permiten la supervivencia, infección y diseminación de organismos fitopatogénicos. La región debe ser relativamente seca, con pluviosidad anual menor de los 300 mm, con una humedad relativa menor del 60%, temperaturas entre 25 y 35° C, dónde el riego se haga por gravedad. De preferencia la producción de semilla limpia debe hacerse en áreas en las que no se cultiva fríjol u otras leguminosas relacionadas. Un método eficiente de producción de semilla libre de un patógeno específico consiste en utilizar una variedad que sea inmune o resistente a dicho patógeno; sin embargo, es posible recuperar patógenos de

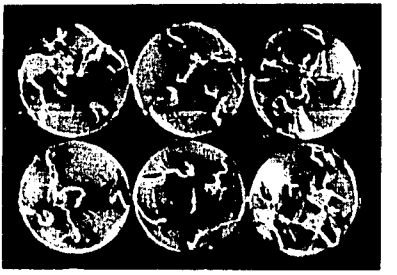

Fig. 88a Muestra de semillas cosechadas tan pronto maduraron, desinfectadas e incubadas en agar con papa y dextrosa.

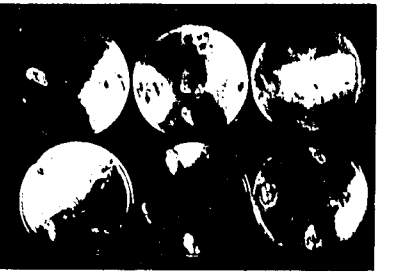

Fig. 88b Muestra de semillas cosechadas dos semanas después de la maduración, desinfectadas e incubadas en agar con papa y dextrosa.

Fig. 89 Cosecha tardía; mayor exposición a agentes patógenos.

semillas provenientes de variedades resistentes y sin síntomas externos de la enfermedad.

Es posible reducir la incidencia de los patógenos transmitidos internamente en la semilla si se siguen las siguientes recomendaciones:

1) Cosechar la semilla en una etapa más temprana para reducir el período durante el cual hay mayor exposición a agentes patógenos y contaminantes secundarios (ver Figs. 88a, 88b y 89).

2) Cosechar sólo las vainas que no hayan estado en contacto con el suelo o las que se hayan desarrollado en plantas que no fueron infectadas por organismos patógenos durante su etapa de crecimiento.

3) Seleccionar la semilla visualmente y eliminar todos los granos dañados o decolorados.

INSECTOS DAÑINOS

INTRODUCCION

El cultivo del fríjol puede ser atacado por muchos insectos y varias especies de ácaros. Los daños pueden ocurrir desde la siembra hasta después de la cosecha y manifestarse en pérdidas de población de plantas, defoliaciones, daños a las raíces, tallos, flores, botones y vainas. Inclusive, existen plagas que afectan el grano almacenado. El corto período vegetativo de este cultivo permite que la planta escape al daño ocasionado por los insectos antes de que éstos alcancen niveles altos de población; sin embargo, ésto también dificulta la ejecución de planes efectivos del manejo de plagas. Por otra parte, la práctica común de sembrar el fríjol en asociación con otros cultivos y en diversos ambientes, es un factor que contribuye a mantener un equilibrio entre las plagas y sus agentes de control biológico.

Otros factores pueden favorecer la presencia y el aumento de las poblaciones de insectos. Entre los más importantes se pueden citar las siembras a destiempo y escalonadas, ciertas prácticas culturales que favorecen ataques fuertes, y el uso indiscriminado de insecticidas, a menudo en concordancia con políticas de control que no se ajustan a la realidad del agricultor. Esto trae como consecuencia, la destrucción de la fauna benéfica, la aparición de residuos tóxicos en la cosecha, la resurgencia de algunos insectos, el estímulo para que las plagas desarrollen resistencia, y problemas generales de contaminación ambiental.

Algunos insectos y ácaros se encuentran ampliamente distribuidos en América Latina; otros se presentan en áreas restringidas. En las páginas siguientes se presenta información básica sobre las plagas del fríjol más comunes e importantes en América Latina.

INSECTOS QUE ATACAN LAS PLANTULAS

Grillos	Crickets
Grillotopos	Mole crickets
Ciempiés	Millipedes
Hormigas	Ants
Gallinaciegas	
Gusano manteco	Whitegrubs
Mojojoy	June beetles
Chizas	
Mayates	

Varios insectos y otros artrópodos pueden atacar en forma esporádica el cultivo durante la germinación de las plantas o inmediatamente después. Son plagas de aparición errática y por lo general imprevisibles que sólo en ocasiones especiales pueden causar daños serios. El enmalezamiento previo de los lotes y la alta humedad son factores que favorecen su presencia.

Los grillos cortan las hojas primarias o los puntos de crecimiento de los tallos (Fig. 90); los grillotopos y las gallinaciegas o chizas (Fig. 91) se alimentan de las partes de la plántula que están debajo de la superficie y causan su muerte. Los ciempiés y algunas especies de hormigas destruyen la semilla durante la germinación.

Como el ataque de estos insectos es imprevisible, el empleo del control químico preventivo sólo se justifica en casos excepcionales, en lotes muy enmalezados con tradición de problemas con esta clase de insectos. Se consigue un control económico y adecuado mediante el uso de cebos tóxicos preparados a base de aserrín o afrecho de arroz mezclados con miel de purga y venenos tales como carbaryl, triclorfón o disulfotón.

Fig. 90 Daño típico ocasionado por grillos.

Fig. 91 Larvas de chizas.

Trozadores
Cortadores
Nocheros
Tierreros
Rosquillas
Lagarta militar

Cutworms
Lagarta rosca

Agrotis ipsilon (Hufnagel)
Spodoptera frugiperda (J.E. Smith)
Spodoptera eridania (Cramer)
Spodoptera ornithogalli (Guenée)

Las larvas de los tierreros y de los trozadores comúnmente son de color café o gris, en diferentes tonalidades; se pueden encontrar escarbando al lado de la base de la planta, a pocos centímetros de profundidad del suelo. Son insectos nocturnos que realizan sus ataques subterráneamente; las larvas se alimentan del hipocótilo o del tallo de las plántulas; al hacerlo, separan la raíz del tallo, por lo cual causan marchitamiento y la muerte de la planta (Fig.92). En las plantas de mayor edad, la larva roe el tallo y da lugar a la aparición de estrangulamientos muy característicos (Fig. 93), lo cual hace que se marchiten. Este daño se puede confundir con el de infección de la raíz por hongos.

Los ataques de los tierreros o trozadores ocurren con frecuencia en focos bien definidos. En estos casos, se puede limitar el uso de cebos tóxicos a las áreas afectadas. Si el ataque está muy generalizado, sobrepasa el nivel de 5% de plantas trozadas por metro lineal y si se desea ejercer un control más rápido, se puede aplicar metomyl en la base de las plantas. Como son plagas de aparición errática, el uso de controles químicos preventivos sólo se justifica en los lotes muy enmalezados y con antecedentes de ser muy afectados por esta clase de insectos. Una buena preparación del terreno es esencial para disminuir las posibilidades de adaptación de estas plagas.

Fig. 92 Daño en plántulas de frijol causado por trozador.

Fig. 93 Daño en plantas de mayor edad causado por trozadores.

Coralillo
Barrenador del tallo
Elasmo

Lesser corn stalk borer
Lagarta elasmo

Elasmopalpus lignosellus (Zeller)

El coralillo o barrenador del tallo es un insecto que ataca cultivos como el maíz, el algodón, la caña de azúcar y el tabaco. También afecta al fríjol y ésto ha constituído un serio problema especialmente en Brasil y en Perú. Los adultos colocan los huevos en las hojas o en los tallos de las plantas o directamente en el suelo. La larva es de color gris (Fig. 94), penetra en el tallo justo debajo de la superficie del suelo, barrena hacia arriba dentro de la planta y causa su muerte (Fig. 95). Antes de empupar, la larva forma una cámara pupal en el suelo pegada al tallo.

El control de este insecto es difícil. Para prevenir su daño se puede utilizar insecticidas granulado, tales como carbofurán, aldicarb y disulfotón en el momento de sembrar o en los sitios de emergencia de las plántulas. El mejor control se logra manteniendo los campos libres de cultivo por períodos prolongados y mediante riesgos abundantes.

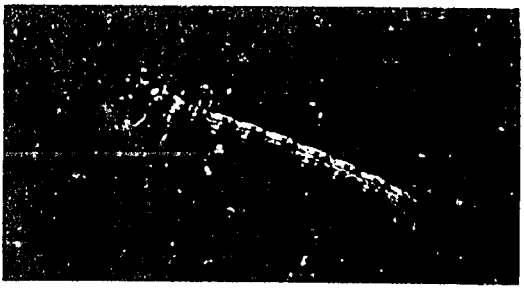

Fig. 94 Larva adulta del barrenador del tallo.

Fig. 95 Daño y cámara pupal causados por el barrenador del tallo.

Mosca de la semilla
Mosca de la raíz
Gusano de la semilla

Seedcorn maggot

Hylemya cilicrura (Rondani)
Hylemya liturata Meigen

La mosca de la semilla tiene importancia como plaga de plántulas de fríjol en Chile y en México. Las larvas son blancas y sin patas (ápodas) y atacan las semillas en germinación en el punto de crecimiento (Fig. 96); ésto detiene el proceso de germinación o deforma y atrasa considerablemente las plántulas (Fig. 97). En ocasiones las larvas barrenan el tallo de la plántula. Una alta humedad y la presencia de residuos vegetales con alto contenido de materia orgánica favorecen la presencia de los adultos, los cuales ovipositan en los residuos, cerca de la planta de fríjol o en el suelo.

Aunque se han encontrado algunas variedades más resistentes al ataque de este insecto, el mejor control se logra mediante la aplicación de los insecticidas granulados carbofurán y diazinón dentro del surco en el momento de la siembra. También se recomienda la siembra un poco tardía, después del invierno.

Fig. 96 Larvas de la mosca de la semilla alimentándose.

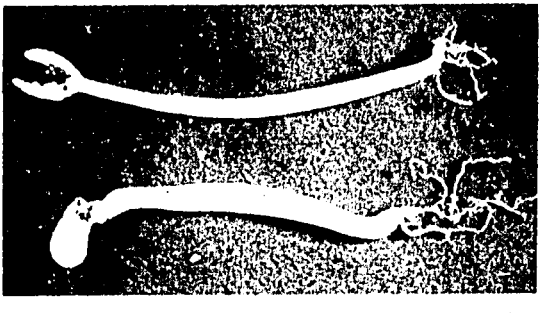

Fig. 97 Daño producido por la mosca de la semilla en plántulas de frijol.

INSECTOS COMEDORES DEL FOLLAJE

Gusano peludo
Pega hojas
Falso medidor
Gusano fósforo o cabezón

Caterpillars
Leaf worms

Estigmene acrea (Drury)
Hedylepta indicata (F.)
Trichoplusia ni (Hubner)
Urbanus proteus (L.)

Varias especies de lepidópteros atacan el follaje del frijol y aunque causan diferentes grados de defoliación, en general se estima que sus daños no alcanzan a incidir en los rendimientos. Entre las especies más comunes se encuentran el gusano peludo, el cual es gregario en los primeros estados del desarrollo larval (Fig. 98); posteriormente las larvas son solitarias y de diversos colores, y se caracterizan por tener el cuerpo cubierto de setas o pelos (Fig. 99).

El pega hojas, conocido también como *Hedylepta*, es una larva de color verde y algo translúcida (Fig. 100) que se alimenta del parénquima de las hojas. Se caracteriza por el hábito de doblar las hojas, pegarlas o entrelazarlas, y habita en el interior de las cámaras que forma.

El falso medidor, también conocido como *Trichoplusia*, es una larva verde que posee una línea blanca o crema a cada lado del cuerpo; se caracteriza porque dobla al caminar la porción media del cuerpo (Fig. 101). Aunque prefiere alimentarse del follaje, cuando la infestación es alta también ataca las vainas. En este caso, puede reducir los rendimientos en forma significativa.

Fig. 98 Larvas jóvenes del gusano peludo viviendo gregariamente en una hoja de fríjol.

Fig. 99 Larva adulta del gusano peludo.

Fig. 100 Larva adulta de *Hedylepta indicata* y su daño.

El gusano fósforo o cabezón se distingue fácilmente por su cabeza fuerte y grande, de color café rojizo (Fig. 102). Dobla la hoja por los bordes y allí se alimenta (Fig. 103). Consume muy poco follaje.

Todos estos lepidópteros tienen un buen control biológico representado por parásitos de huevos (principalmente *Trichogramma)* y por varias especies de moscas y avispas que actúan como parásitos de larvas. Por lo general estos enemigos naturales mantienen las poblaciones por debajo de los niveles de daño económico; para no ocasionar su destrucción es conveniente no aplicar insecticidas de amplio espectro y recurrir al uso de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, la cual es efectiva contra las larvas. Sólo en casos excepcionales se puede usar un producto como endosulfán. Cuando las infestaciones de *Trichoplusia* son muy altas, el acefato y el clordimeform son efectivos.

Fig. 101 Larva adulta del falso medidor.

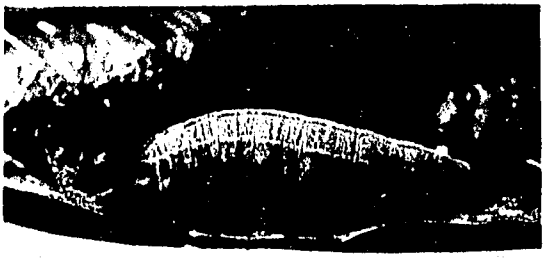

Fig. 102 Larva adulta del gusano cabezón.

Fig. 103 Hoja de fríjol doblada por una larva joven del gusano cabezón.

Crisomélidos
Cucarroncitos de las hojas
Diabroticas
Doradillas
Tortuguillas
Vaquitas

Chrysomelids
Vaquinhas

Cerotoma facialis (Erickson)
Diabrotica balteata LeConte

Aunque existen otros géneros y especies de crisomélidos que atacan el frijol, posiblemente los dos más importantes en América Latina son *Diabrotica balteata* y *Cerotoma facialis*. Los adultos son cucarrones de diversos colores (Fig. 104) que miden aproximadamente 1 cm de longitud y que consumen el follaje del frijol y de otras plantas cultivadas, así como de muchas especies de malezas.

Los crisomélidos adultos pueden también actuar como transmisores de varias enfermedades causadas por virus, principalmente el mosaico rugoso. El daño físico causado por los adultos es más importante en las primeras etapas de crecimiento del cultivo (Fig. 105), aunque también puede afectar las primeras flores y las vainas. Sin embargo, se ha encontrado que su ataque tiene importancia económica sólo cuando la infestación llega al nivel de dos a cuatro adultos por planta en la primera semana de edad del cultivo o en plena floración. En otras circunstancias las plantas de fríjol se recuperan.

Las larvas de los crisomélidos habitan en el suelo y allí se alimentan de raíces, de hipocótilos (Fig. 106) y de nódulos. Si el daño ocurre durante el proceso de germinación, las hojas cotiledonarias pueden ser afectadas, y al abrirse, presentar perforaciones parecidas a las causadas por los adultos; las plantas se atrofian y se atrasan (Fig. 106a). Si el daño ocurre muy temprano, la plántula puede morir. Si la parte afectada es la raíz de las plantas ya germinadas, las

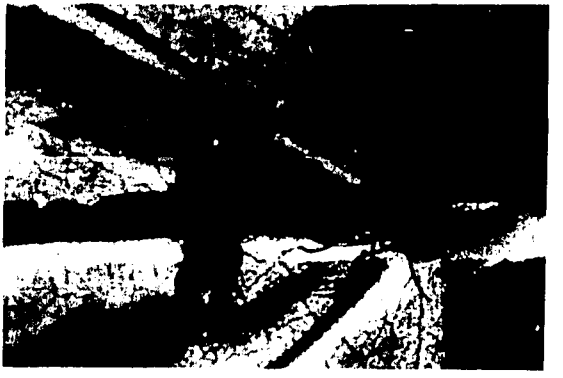

Fig. 104 Adultos de crisomélidos.

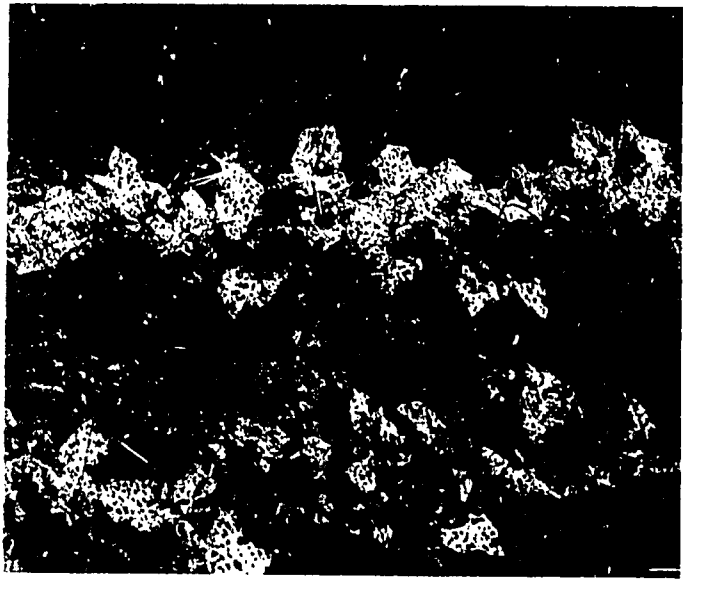

Fig. 105 Daño causado por crisomélidos adultos.

hojas basales toman un color amarillo y las plantas se atrasan considerablemente. Algunos de estos síntomas se pueden malinterpretar como debidos a mala calidad de la semilla.

Cuando es necesario, los adultos se pueden controlar con aspersiones de diazinón o carbaryl; los daños de las larvas se pueden prevenir con aplicaciones de carbofurán granulado, en bandas, en el momento de la siembra.

Fig. 106 Daño ocasionado por larvas de *C. facialis* al fríjol en germinación.

Fig. 106a Daño en las plántulas como consecuencia del ataque durante la germinación.

Conchuela — Mexican bean beetle

Epilachna varivestis Mulsant

Aunque la conchuela es principalmente una plaga de la soya, puede causar serios daños al fríjol en varias regiones de Centro América y México. Los adultos son de color cobre, con 16 manchas negras en la parte superior de los élitros y miden unos 5 mm de longitud (Fig. 107). Se alimentan de toda la hoja. Las larvas son amarillas y están cubiertas con espinas ramificadas (Fig. 108); consumen el follaje solamente por el envés; mastican y comprimen el tejido de la hoja y luego chupan sus jugos. Cuando la infestación es alta, las larvas pueden atacar los tallos y las vainas jóvenes. Los huevos son de color amarillo anaranjado y las hembras los colocan en el envés de las hojas; el empupamiento de las larvas también ocurre en el follaje.

Para el control de la conchuela se recomienda la completa destrucción de los residuos de la cosecha, una buena preparación de los suelos y el uso de variedades resistentes sembradas a baja densidad. Se han obtenido buenos resultados con aplicaciones foliares de carbaryl y monocrotofos. Los granulados disulfotón, carbofurán, aldicarb y fensulfotion cuando se aplican al suelo en el momento de la siembra dan protección por un período de diez semanas.

Fig. 107 Adulto de la conchuela.

Fig. 108 Larva adulta de la conchuela.

Minadores

Leafminers

Agromyza sp.
Liriomyza sp.
Hemichalepus sp.

Los minadores son plagas de importancia secundaria y rara vez su control se justifica. Las especies más comunes pertenecen a los géneros *Agromyza* y *Liriomyza*; el daño de estos insectos es fácil de reconocer porque forman túneles serpenteados en las hojas (Fig. 109). La infestación se limita a las hojas inferiores o más viejas y rara vez alcanza la parte superior del follaje. El otro minador, *Hemichalepus* sp. aparece en algunas zonas; al minar, la larva da lugar a la aparición de áreas que semejan ampollas (Fig. 110). Este daño no tiene importancia económica.

Fig. 109 Daño causado por *Agromyza* sp. y *Liriomyza* sp.

Fig. 110 Daño causado por *Hemichalepus* sp.

Babosas Slugs

Lesmas

Vaginulus plebeius Fisher
Limax maximus (L.)
Deroceras agreste L.

Las babosas no son insectos, son moluscos de cuerpo suave y húmedo que pueden medir hasta 10 cm (Fig. 111). Causan seria defoliación al cultivo de frijol, principalmente en El Salvador y en Honduras. Son hermafroditas y depositan masas de huevos en ambientes húmedos, en lugares cubiertos y debajo de residuos de plantas o malezas. Las babosas jóvenes alcanzan la madurez aproximadamente en tres meses. Se alimentan del follaje durante la noche y se esconden debajo de residuos de plantas y malezas durante el día.

Las prácticas de control incluyen la remoción de malezas en el campo y a su alrededor y la destrucción de los residuos de la cosecha. Se recomienda el uso de cebos tóxicos a base de metaldehído o metalkamate y, también la aplicación al voleo del insecticida granulado mefosfolán.

Fig. 111 Babosa adulta.

INSECTOS CHUPADORES

Afidos
Pulgones
Afidios

Aphids
Pulgão do feijoeiro

Aphis gossypii Glover
Aphis medicaginis Koch
Brevicoryne brassicae (L.)

Los áfidos son insectos chupadores, pequeños, de 2 mm de longitud, y de diversos colores, aunque en el fríjol el color de las especies predominantes es verde con negro (Fig. 112). En el trópico estos insectos se reproducen partenogenéticamente, es decir, las hembras pueden producir descendencia sin necesidad de aparearse con el macho. Por estas razones las poblaciones son a veces muy altas. Los áfidos viven en colonias, en el envés de las hojas; pueden no tener alas. Los individuos alados aparecen de preferencia cuando la población aumenta a un nivel superior al que pueden soportar las plantas.

El daño físico de los áfidos en fríjol no tiene mayor importancia económica; los convierte en plagas importantes su capacidad para transmitir los virus del mosaico común y del mosaico amarillo. Se controlan bien por avispitas parásitas y por depredadores, tales como los coccinélidos y los sírfidos. Si se necesita control químico se puede usar dimetoato, pirimicarb, malatión o demetón.

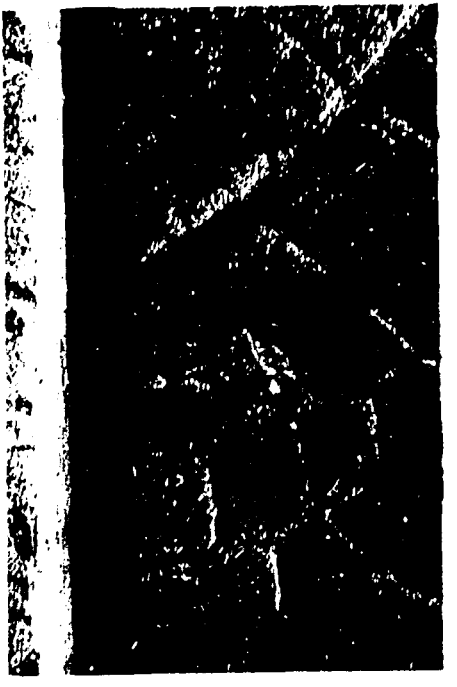

Fig. 112 Afidos adultos.

Lorito verde
Chicharrita
Saltahojas
Cigarra

Leafhoppers
Cigarrinha verde

Empoasca kraemeri Ross & Moore

El lorito verde es posiblemente la plaga más importante del fríjol en América Latina. Se encuentra distribuído desde México hasta la Argentina. En condiciones de alta temperatura y sequía sus poblaciones aumentan considerablemente y pueden llegar a causar la pérdida total de la cosecha. El adulto (Fig. 113) es pequeño, de aproximadamente 3 mm de longitud, y presenta manchas blancas características en la cabeza y en la parte anterior del tórax. Las ninfas (Fig. 114) como los adultos chupan la savia del envés de las hojas, de los peciolos y de las vainas. Los daños así ocasionados se reflejan en síntomas característicos: deformación y enroscamiento de las hojas hacia abajo; amarillamiento de los bordes de las hojas; deformación de las vainas; achaparramiento general de la planta; y pérdidas sustanciales en la producción. La planta de fríjol es más sensible al ataque del lorito verde durante la floración.

Las medidas de control incluyen: siembra durante las épocas húmedas, uso de coberturas del suelo, siembra de cultivos asociados y utilización de variedades resistentes. Para el control químico es conveniente considerar que los niveles de daño económico en una variedad susceptible se han establecido en dos a tres ninfas por hoja. Se pueden usar productos como monocrotofos, dimetoato o metamidofos aplicados foliarmente, o carbofurán granulado, el cual debe aplicarse al suelo en el momento de la siembra.

Fig. 113 Adultos de *Empoasca kraemeri.*

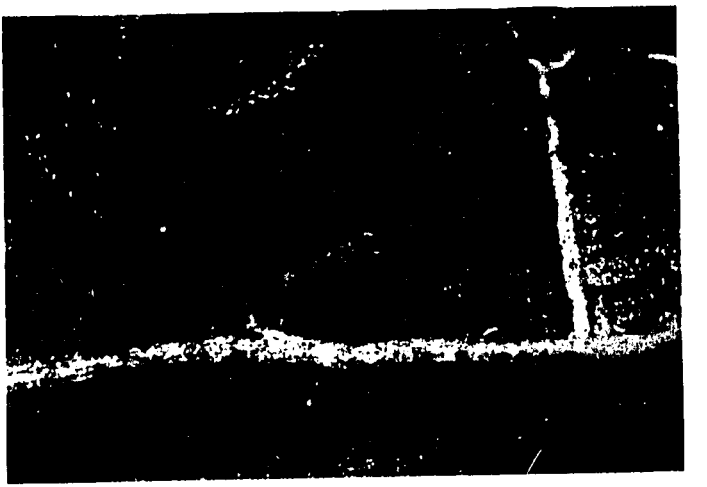

Fig. 114 Ninfa de *Empoasca kraemeri.*

Arañita roja
Acaro rajado o bimaculado

Mites
Red spider mites
Red mites
Acaro tetraniquídeo

Tetranychus desertorum Banks
Tetranychus urticae Koch

Acaro blanco
Acaro tropical

Tropical mite
Tarsonemid mite
Acaro branco

Polyphagotarsonemus latus Banks

En términos generales, la arañita roja y el ácaro rajado atacan al fríjol hacia finales del período vegetativo y sólo en algunas ocasiones pueden afectar los rendimientos. Sus poblaciones se ven favorecidas por sequía, altas temperaturas y aplicaciones muy frecuentes de insecticidas, especialmente de fosforados. Las arañitas viven en el envés de las hojas donde forman colonias (Fig. 115). Allí raspan los tejidos del parénquima y chupan la savia de las plantas. Esto origina la aparición de síntomas en la haz que se distinguen como puntos blancos y áreas más claras en los tejidos (Fig. 116). Cuando la población es alta, puede ocurrir necrosamiento y caída del follaje. En ataques avanzados, la hoja toma un aspecto herrumbroso y aparece cubierta por abundante telaraña (Fig. 117).

El ácaro blanco es un problema sólo en ciertas áreas restringidas de Colombia y Brasil. Es muy pequeño y no es visible sin la ayuda de lentes de aumento. Tiene un ciclo de vida muy corto y se ve favorecido por condiciones de humedad y calor. Prefiere atacar las plantas de fríjol en floración o durante la formación de vainas; en las áreas en las cuales es endémico ha dado pérdidas de rendimiento

Fig. 115 Arañitas rojas formando colonias.

Fig. 116 Síntomas de daño leve en las hojas ocasionado por la arañita roja.

Fig. 117 Daño avanzado ocasionado por la arañita roja.

hasta del 50%. Los síntomas de su ataque son muy característicos. Las hojas se enrollan generalmente hacia arriba. (Fig. 118) y el envés de las hojas toma con frecuencia una coloración púrpura rojiza (Fig. 119). En ataques severos puede afectar las vainas y causar defoliación y pérdidas en producción.

Por lo general no es necesario controlar la arañita roja, en especial en cultivos sembrados uniformemente y en la época de lluvias. Existen variedades resistentes al daño; cuando la infestación es temprana y alta, se puede recurrir a los acaricidas dicofol, azufre o tetradifón. El mejor control del ácaro blanco se logra con azufre o endosulfán.

Fig. 118 Las hojas se doblan hacia arriba por el daño causado por el acaro blanco.

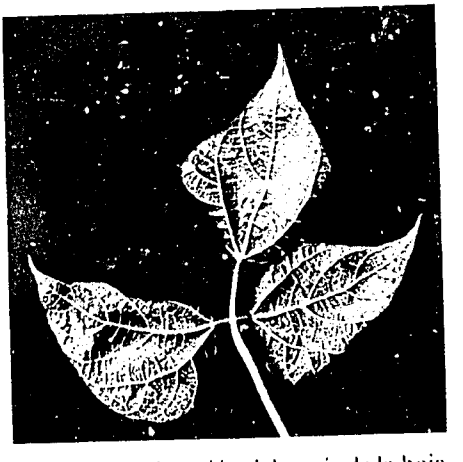

Fig. 119 Coloración del envés de la hoja causada por el ácaro blanco.

Mosca blanca

Whiteflies
Mosca branca

Bemisia tabaci Gennadius
Trialeurodes vaporariorum (Westwood)

La mosca blanca es un insecto chupador cuyas formas inmaduras ocurren en el envés de las hojas. Los huevos son oblongos, verde pálido y muy pequeños (Fig. 120). Las ninfas se establecen en la hoja donde chupan la savia. El adulto también es un chupador; se caracteriza por ser de color blanco y muy pequeño, de 2-3 mm de longitud (Fig. 121). El daño físico causado por la mosca blanca no es de importancia económica; su importancia radica en su habilidad para transmitir los virus del mosaico dorado del fríjol y del mosaico clorótico del fríjol.

La mosca blanca tiene varios enemigos naturales representados por avispas parásitas, coccinélidos y neurópteros depredadores. En muchos casos es necesario recurrir a la aplicación de productos químicos; son efectivos el metamidofos, el monocrotofos y el acefato.

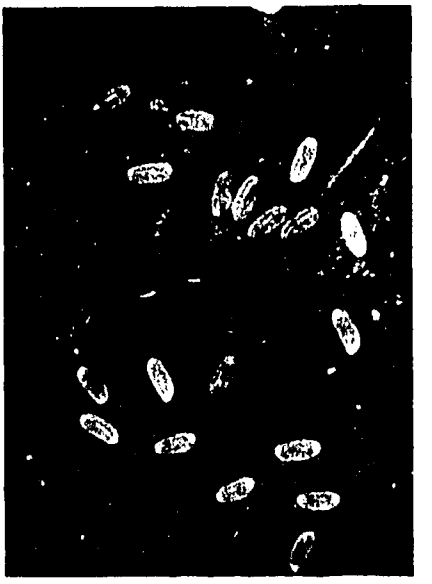

Fig. 120 Huevos de mosca blanca.

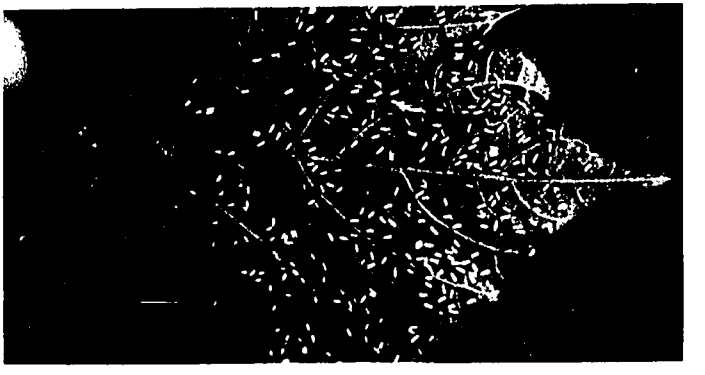

Fig. 121 Adultos de la mosca blanca.

INSECTOS DE LA VAINA

Picudo Bean pod weevil
Picudo de la vaina
Picudo del ejote
Apion

Apion godmani Wagn.

El picudo de la vaina es una plaga importante en México, Honduras, Guatemala, Salvador y partes de Nicaragua. Ocurre de preferencia en épocas lluviosas e inicia sus ataques desde la formación de vainas.

El adulto es un cucarrón negro muy pequeño, 3 mm, que tiene élitros estriados y un pico característico. Se alimenta de las flores y de vainas tiernas; estos daños no revisten importancia económica. La hembra abre un hueco en la vaina verde y allí coloca un huevo cerca de la semilla en formación; ésto da lugar a la aparición de una cicatriz o tumefacción característica (Fig. 122) que no siempre es visible. Al eclosionar la larva, ésta atraviesa la pared de la vaina y penetra en la semilla; allí se desarrolla y llega a destruirla por completo, aunque deja el hilo intacto (Fig. 123). La larva empupa en la vaina y los adultos emergen cuando las vainas maduran. Normalmente ocurre una larva por semilla, pero en infestaciones altas es posible encontrar hasta siete larvas por semilla. Estas son blancas y redondeadas, tienen forma de coma y cabeza muy fuerte.

La práctica de sembrar a tiempo y evitar los cultivos escalonados disminuye las posibilidades de infestación. Se recomienda también el uso de variedades resistentes y la aplicación a la floración y siete días después, de productos químicos como paratión, monocrotofos, carbaryl o metamidofos.

Fig. 122 Tumefacciones causadas por las hembras del *Apion* sp. durante la oviposición.

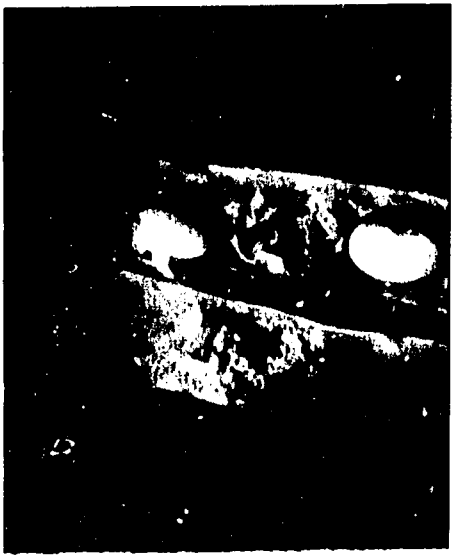

Fig. 123 Daño causado por larvas de *Apion* sp. en una vaina de frijol.

Polilla del fríjol
Barrenador de la vaina

Epinotia·
Pod borer

Epinotia opposita Heinrich

El barrenador de la vaina tiene importancia económica como plaga del fríjol en Chile, Perú y Brasil. Las larvas jóvenes son verdes, las maduras son rosadas. Las larvas se alimentan de las yemas terminales (Fig. 124) o perforan los tallos y las vainas. Es común la presencia de masas de excremento negro que la larva empuja fuera de los túneles que fabrica al alimentarse. El insecto también ataca las flores y las vainas en formación. Las vainas perforadas por la polilla del fríjol generalmente se pudren.

Las medidas de control incluyen siembras tempranas y el uso de productos químicos como ometoato, carbaryl y monocrotofos.

Fig. 124 Daño causado por el barrenador de la vaina en el follaje.

Heliothis
Helotero
Bellotero
Yojota

Tobacco budworm
Corn earworm

Heliothis virescens (F.)
Heliothis zea (Boddie)

El *Heliothis* es una plaga muy severa pero esporádica en este cultivo. Las hembras colocan los huevos en las partes terminales o más tiernas de las plantas. Las larvas pequeñas se alimentan inicialmente de follaje tierno pero pronto buscan los botones, las flores y las vainas. Sus colores son variables, aunque predominan los tonos verde y amarillo. El daño principal consiste en perforar la vaina verde (Fig. 125) y alimentarse de uno o de varios granos dentro de ella. Para pasar de un grano a otro la larva sale de la vaina y hace una nueva perforación. Se calcula que una larva puede dañar hasta siete vainas durante su desarrollo. Estos hábitos la hacen particularmente peligrosa y difícil de controlar. Normalmente las vainas perforadas se pudren (Fig. 126).

La liberación del parásito de huevos *Trichogramma* puede ser muy efectiva como medida de control. También se recomienda el uso de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, patógeno de larvas jóvenes. En infestaciones altas se puede recurrir al control químico con monocrotofos y metomyl. Los nuevos productos piretroides, fenvalerato, cipermetrina, decametrina y permetrina son muy eficientes.

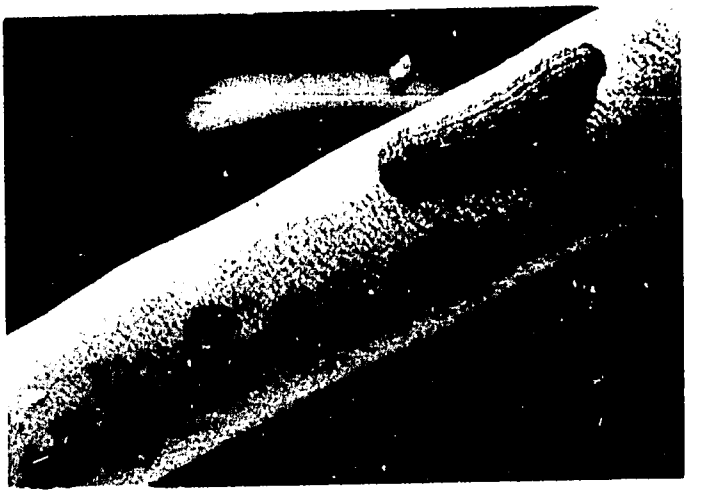

Fig. 125 Larva de *Heliothis* sp. alimentándose de una vaina de frijol.

Fig. 126 Daño severo ocasionado por *Heliothis* sp.

Otros perforadores de las vainas

Laspeyresia Pod borers
Maruca
Gusanos perforadores de la vaina

Laspeyresia leguminis (Heinrich)
Maruca testulalis (Geyer)

Las hembras de *Laspeyresia* ovipositan directamente sobre las vainas, en cuyo interior se desarrollan las larvas (Fig. 127). Las larvas maduras son de color crema y se distinguen porque poseen cuatro manchas de color café en cada uno de los segmentos del cuerpo. Tienen como hábito unir las vainas por medio de una malla o tejido. Las larvas de *Laspeyresia* sp. viven en las vainas y con frecuencia empupan en ellas.

El *Maruca* oviposita en los botones, en las hojas, en las flores, y en las vainas. Su hábito principal consiste en barrenar o perforar las vainas, las cuales se pudren como consecuencia del daño. Las larvas expulsan sus excrementos y los residuos de comida de las vainas que atacan.

Las medidas de control incluyen siembras tempranas y el uso de productos químicos como aminocarb y dimetoato.

Fig. 127 Larva de *Maruca testulalis* alimentándose.

INSECTOS DE GRANOS ALMACENADOS

Gorgojo
Gorgojo común del fríjol

Bruchids
Bean weevil
Gorgulho do feijao
Carunchos

Acanthoscelides obtectus (Say)

El gorgojo común es una importante plaga del fríjol almacenado en las zonas altas de América Latina tropical y en los países situados en latitudes mayores como México, Argentina y Chile. El gorgojo común también puede atacar las semillas del fríjol en el campo, cuando las hembras oviposítan sobre las vainas que van entrando en madurez. Durante el almacenamiento, la hembra disemina sus huevos entre las semillas. Los huevos son blancos, muy pequeños y en forma de granos de arroz. Las larvas recién nacidas penetran en los granos y se desarrollan en su interior. Antes de empupar la larva madura hace ventanas circulares en la testa; después del empupamiento, el gorgojo adulto empuja esta ventana y emerge. Este insecto es pequeño, de 3 mm de longitud, y sus colores son gris y café (Fig. 128).

Para evitar el daño por *Acanthoscelides* se recomienda recolectar y trillar temprano la cosecha, así como almacenar en sitios limpios para evitar al máximo que el grano se guarde en bodegas ya infestadas. El grano se puede espolvorear con sílice cristalina, arcilla o carbonato de magnesio. También se puede mezclar con arena, pimienta o con insecticidas en polvo, como las piretrinas o el malatión. Pequeñas cantidades de semilla se pueden proteger mezclándolas con una dosis de 5 ml de aceite vegetal por kilogramo de semilla. Para desinfestar grandes volúmenes de grano, se recomienda fumigar con bromuro de metilo o fosfamina. Si hay indicios de la presencia de esta plaga, el fríjol no se debe guardar sin desgranar.

Fig. 128 Adulto del gorgojo común del fríjol.

Gorgojo pintado

Mexican bean weevil
Caruncho
Gorgulho do feijão

Zabrotes subfasciatus Boheman

El gorgojo pintado es la principal plaga del fríjol almacenado en las regiones cálidas y tropicales de América Latina. Las hembras son pequeñas, de color café oscuro y se caracterizan por tener cuatro manchas de color crema en los élitros; el macho es más pequeño y su color tiene tonos de gris a café (Fig. 129). Las hembras adhieren firmemente los huevos a la testa del grano (Fig. 130); ésta es una diferencia muy importante con *Acanthoscelides obtectus*, el cual nunca adhiere sus huevos a la semilla. Al eclosionar la larvita, ésta atraviesa el integumento y se desarrolla en el interior del grano; antes de empupar, cada larva prepara una ventana circular por la cual emergerán los adultos (Fig. 130). A diferencia del *Acanthoscelides*, el *Zabrotes* no ataca el cultivo en el campo.

Una medida de control es el almacenamiento del fríjol sin desgranar. Las demás recomendaciones de control son semejantes a las indicadas para el *Acanthoscelides*.

Fig. 129 Adultos del gorgojo pintado.

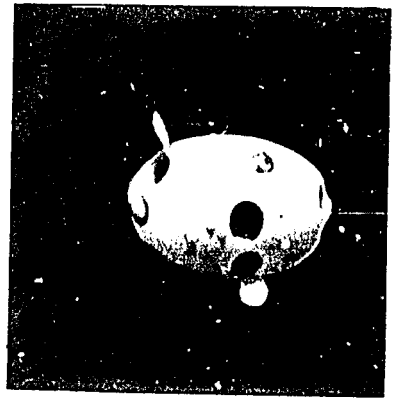

Fig. 130 Celdas pupales del *Zabrotes subfasciatus;* se observan los huevos firmemente adheridos a la semilla.

DESORDENES NUTRICIONALES

INTRODUCCION

En América Latina, el fríjol se cultiva en suelos con condiciones físicas y químicas muy variables: en algunos de ellos, las deficiencias nutricionales pueden limitar los rendimientos. En otros casos, toxicidades de elementos como el aluminio afectan sensiblemente el cultivo. Por ejemplo, en América Central y en el occidente de América del Sur, los fríjoles por lo general crecen en zonas de montaña, donde predominan los andosoles (inceptisoles). En estos suelos, la deficiencia de fósforo y las toxicidades de aluminio y manganeso son los principales problemas. También hay zonas productoras de fríjol en los valles situados entre las cordilleras; los suelos en estos valles son generalmente aluviales y de gran fertilidad, aunque algunas veces presentan deficiencias de micronutrimentos. Por otra parte, en muchas regiones de Venezuela y Brasil, el fríjol crece en oxisoles y en ultisoles bastante ácidos y de poca fertilidad. En estos suelos, la deficiencia de fósforo y la toxicidad de aluminio son los principales factores que limitan la producción aunque también puede ocurrir deficiencia de zinc.

Aunque el fríjol absorbe cantidades relativamente altas de nitrógeno y de potasio del suelo, el problema nutricional más común es el de la deficiencia de fósforo (ver Cuadro 1 y Gráfico 1).

CUADRO No. 1. Absorción de nutrimentos por la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.).

Autores	Densidad plantas ha	Nutrimentos kg. ha					
		N	P	K	S	Ca	Mg
Cobra Netto, 1967	250.000	102	9	93	26	54	18
Gallo y Miyasaka, 1961		84	7	68	6	34	11
Haag, Malavolta, Gargantini y García Blanco, 1967	250.000	201	18	201	36	116	36
Malavolta, 1976		102	9	93	25	54	18
Fernández y Ceballos, 1976 (Porrillo Sintético)	300.000	134	21	123	-	-	-
Fernández y Ceballos, 1976 (Guali)	300.000	111	16	89	-	-	-
Fernández y Ceballos, 1976 (Puebla 152)	300.000	149	23	110	-	-	-
Fernández y Ceballos, 1976 (P 589)	300.000	175	23	140	-	-	-
Laing y Zuluaga, 1977 (Porrillo Sintético)	250.000	147	18	133	-	-	-
Promedio de nutrimentos absorbidos		133.8	16	116.6	23	64.5	20.7

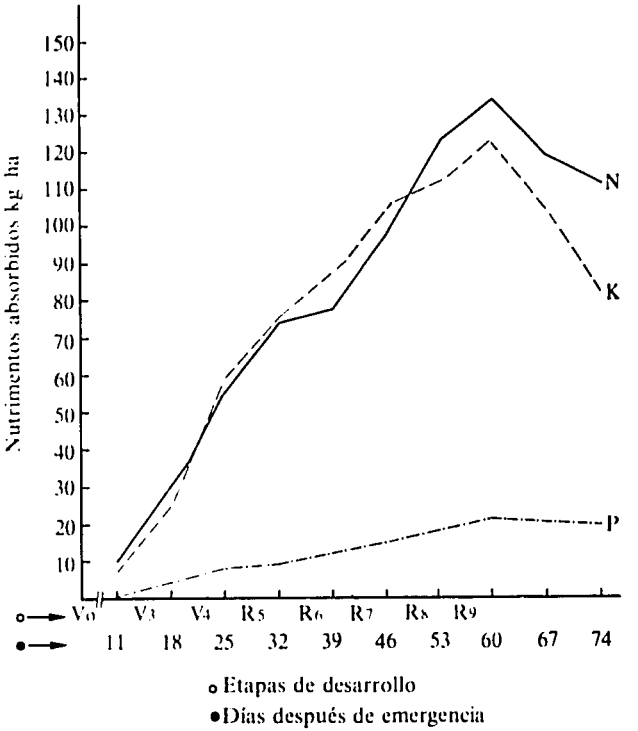

GRAFICO 1. Curvas de absorción de N, P, K en Porrillo Sintético según Fernandez y Ceballos (1976).

La deficiencia de nitrógeno también puede limitar seriamente la producción en los suelos con bajo contenido de materia orgánica o en aquellos donde la fijación biológica de nitrógeno no se lleva a cabo eficientemente, debido a las altas temperaturas o a restricciones del suelo. La deficiencia de potasio rara vez ocurre en América Latina; en cambio, el frijol es muy susceptible a las toxicidades de aluminio y o manganeso, las cuales ocurren frecuentemente en los suelos ácidos. Las deficiencias de boro y de zinc son comunes en suelos con pH alto.

Por lo general el diagnóstico de los problemas nutricionales del frijol, se hace mediante el uso de técnicas como análisis de suelo, análisis de los tejidos y observación visual de los síntomas. También es una ayuda valiosa, la aplicación directa de uno o varios elementos al suelo o al follaje, para identificar el o los elementos que limitan el crecimiento de la planta. El Cuadro 2 proporciona información sobre los niveles críticos de nutrimentos en el suelo. El Cuadro 3 muestra la cantidad de nutrimentos exportados por la semilla.

En todos los casos los valores indicados se presentan en términos de la notación elemental, P, K, Ca, etc. y no en la forma de P_2O_5, K_2O, CaO.

CUADRO No. 2. Aproximación de niveles críticos de nutrimentos en el suelo para fríjol según Howeler y Medina, 1977.

Determinación	Método	Nivel crítico
pH	Suelo agua 1:1	5 y 8.1
Al	KCl. 1N	1 me 100 g
Saturación de Al	Al Al+Ca+Mg+K+Na	10%
P	Bray I	11 ppm
	Bray II	15 ppm
	Olsen-EDTA	14 ppm
	Carolina del Norte	13 ppm
K	Acetato de amonio, 1N	0.15 me 100 g
	Carolina del Norte	50 ppm
Ca	Acetato de amonio, 1N	4.5 me 100 g
Conductividad	Extracto saturación	0.8 mmhos/cm
Saturación de Na	Acetato de amonio, 1N	4%
B	Agua caliente	0.4-0.6 ppm
Zn	Carolina del Norte	0.8 ppm
Mn	Carolina del Norte	5-9 ppm
Mg	Acetato de amonio, 1N	2.0 me/100 g

CUADRO No. 3. Nutrimentos extraídos del suelo por el cultivo de fríjol y exportados en la semilla (kg/ 1000 kg de semilla).

Autores	N	P	K	S	Ca	Mg
Porrillo Sintético, hábito II (Fernández y Ceballos, 1976)	40	7	17	-	-	-
Guali, hábito I (Fernández y Ceballos, 1976)	35	5	15	-	-	-
Puebla 152, hábito III (Fernández y Ceballos, 1976)	33	5	16	-	-	-
P589, hábito IV (Fernández y Ceballos, 1976)	36	6	16	-	-	-
Vainas (Malavolta, 1976)	37	4	22	10	4	4
Promedio de nutrimentos exportados	36.2	5.4	17.2	10	4	4

TOXICIDAD POR ALUMINIO

Aluminium toxicity
Toxicidade de aluminio

La toxicidad por aluminio produce crecimiento atrofiado y necrosis a lo largo de las márgenes de la hoja (Fig. 131). Bajo condiciones severas, la necrosis afecta todas las hojas, hay poco desarrollo en las raíces, y la planta muere.

La toxicidad por aluminio se controla con aplicaciones de cal agrícola, aunque también se puede usar la cal dolomítica. Las aplicaciones de escorias Thomas y de rocas fosfóricas pueden reducir también esta toxicidad, mientras que los fertilizantes de residuo ácido, como el sulfato de amonio y la úrea, pueden agravar el problema.

La toxicidad por aluminio ocurre en extensas áreas de América Latina que tienen suelos ácidos oxisoles, ultisoles e inceptisoles. El fríjol es muy susceptible a la toxicidad por aluminio; en los suelos que presentan este problema, no hay por lo general buena producción si no se hacen aplicaciones de cal. Howeler y Medina (1977) señalan como el nivel crítico para la saturación de aluminio un valor de 10% (Cuadro 2).

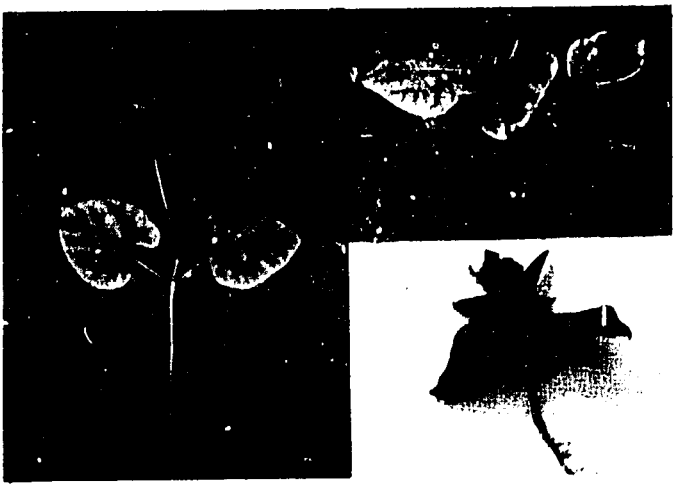

Fig. 131 Diferentes aspectos de la toxicidad por aluminio.

DEFICIENCIA Y TOXICIDAD POR BORO

Boron deficiency and toxicity
Deficiência e toxicidade de boro

La deficiencia de boro es común en suelos de textura liviana, con bajo contenido de materia orgánica y alto contenido de hidróxido de aluminio y de hierro. También se ha observado en suelos aluviales con pH alto y bajo contenido total de boro. Las plantas deficientes en boro tienen tallos y hojas muy gruesos, con manchas amarillas y necróticas; las hojas se arrugan y tienden a voltearse hacia abajo; las yemas terminales mueren y las laterales proliferan. La Fig. 132 muestra cuatro diferentes estados de la deficiencia de boro. El contenido de boro de las hojas superiores de plantas bajas en este elemento es menor de 25 ppm; los suelos deficientes generalmente contienen menos de 0.6 ppm de boro extraible con agua caliente. Los fríjoles de color negro parecen ser más susceptibles a esta deficiencia que los de color rojo.

La falta de boro se puede controlar aplicando al suelo 0.5 a 1 kg de boro/ha al hacer la siembra. El borax y el solubor son productos igualmente buenos como fuentes de boro. Las aplicaciones foliares de solubor al 0.5% o de borax al 1% a las 2 y a las 4 semanas, pueden corregir casos en los cuales la deficiencia no es muy severa.

La toxicidad por boro produce amarillamientos y márgenes necróticos en las hojas primarias. Esto ocurre por lo general después de una aplicación no uniforme del fertilizante o cuando éste se aplica demasiado cerca a la semilla, especialmente durante el tiempo seco.

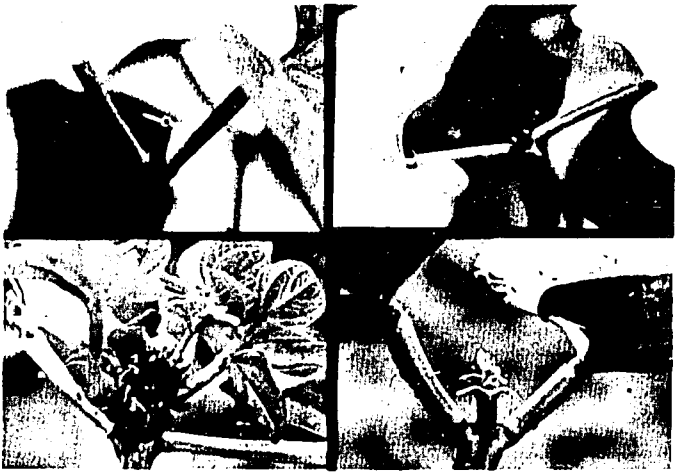

Fig. 132 Cuatro diferentes estados de la deficiencia de boro.

DEFICIENCIA DE HIERRO

Iron deficiency
Deficiência de ferro

La deficiencia de hierro puede ocurrir en los suelos orgánicos y en los suelos minerales con pH alto, especialmente si se presentan carbonatos de calcio libres. Los síntomas de las deficiencias se presentan en forma de una clorosis intervenal de las hojas superiores; éstas se vuelven de un color amarillo claro muy uniforme y después blancas (Fig. 133). Los niveles normales de hierro en las hojas están entre 100 y 800 ppm.

La deficiencia se controla mediante aplicaciones foliares de quelatos de hierro.

Fig. 133 Síntomas de la deficiencia de hierro en las hojas.

DEFICIENCIA DE MAGNESIO

Magnesium deficiency
Deficiência de magnésio

La deficiencia de magnesio puede ocurrir en suelos ácidos en los cuales el porcentaje de saturación de bases es muy bajo, o en suelos altos en calcio o potasio.

Los síntomas de esta deficiencia son la clorosis intervenal y la necrosis de las hojas más viejas, tal como se aprecia en la Fig. 134. Posteriormente estos síntomas se presentan en todas las hojas, incluyendo las nuevas. En este caso, el contenido de magnesio es menor al 0.3% en las hojas superiores al iniciarse la floración.

La deficiencia de magnesio se puede controlar mediante la aplicación de cal dolomítica o de MgO. También mediante la aplicación en banda de 10-25 kg de Mg/ha en forma de $MgSO_4$. Así mismo, se pueden hacer aspersiones foliares de $MgSO_4$.

Fig. 134 Síntomas foliares de deficiencia de magnesio.

DEFICIENCIA Y TOXICIDAD POR MANGANESO

Manganese deficiency and toxicity
Deficiência e toxicidade de manganês

La deficiencia de manganeso puede ocurrir en suelos orgánicos o en suelos minerales con pH alto. Las plantas deficientes se atrofian y las hojas superiores toman un color amarillo dorado intervenal, y producen una sintomatología semejante al moteado. En plantas normales, el contenido de manganeso oscila entre 75-200 ppm para las hojas superiores; por lo general las hojas deficientes contienen menos de 30 ppm.

La deficiencia se corrige aplicando al suelo 5-10 kg de Mn/ha en la forma de $MnSO_4$; también, por aplicación foliar de quelatos de manganeso.

El fríjol es muy sensible a la toxicidad por manganeso, elemento que es muy común en suelos muy ácidos y pobremente drenados. El cuadro sintomatológico de la toxicidad de este elemento es muy variado, tal como se aprecia en las hojas de la Fig. 135. Los contenidos de manganeso superiores a 500 ppm en las hojas indican toxicidad de este elemento.

La aplicación de cal y el mejoramiento de las condiciones de drenaje ayudan a solucionar el problema de la toxicidad por manganeso.

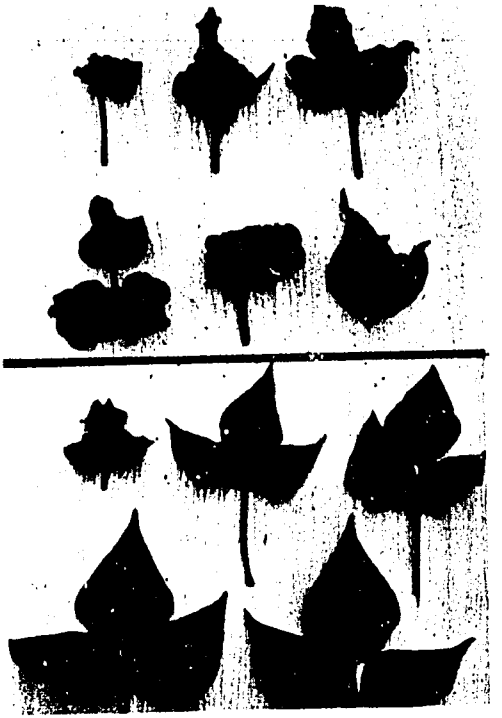

Fig. 135 Sintomatologia de la toxicidad por manganeso.

DEFICIENCIA DE NITROGENO

Nitrogen deficiency
Deficiência de nitrogênio

La deficiencia de nitrógeno es común en los suelos con bajo contenido de materia orgánica, en suelos ácidos con niveles tóxicos de aluminio o manganeso, o en suelos con niveles deficientes de calcio y fósforo en los cuales se reduce la fijación efectiva de nitrógeno. El cuadro sintomatológico de la deficiencia de N se aprecia en la Fig. 136.

Las plantas con deficiencia de nitrógeno tienen contenidos menores al 3% en las hojas superiores, durante la iniciación de la floración; las hojas de las plantas normales tienen cerca del 5%.

La deficiencia de nitrógeno se controla por inoculación del suelo con cepas eficientes de bacterias fijadoras de nitrógeno, aplicación antes de la siembra de abonos verdes y estiércol, y posteriormente, de fertilizantes químicos nitrogenados. Una aplicación de 50-100 kg de N/ha generalmente es suficiente; sin embargo, en algunos suelos se han obtenido respuestas a la aplicación de 200-400 kg de N/ha. Los fertilizantes nitrogenados se aplican en banda, durante o un poco después de la siembra; también produce resultados satisfactorios otra aplicación al iniciarse la floración. Tanto las fuentes amoniacales como las nítricas son igualmente efectivas.

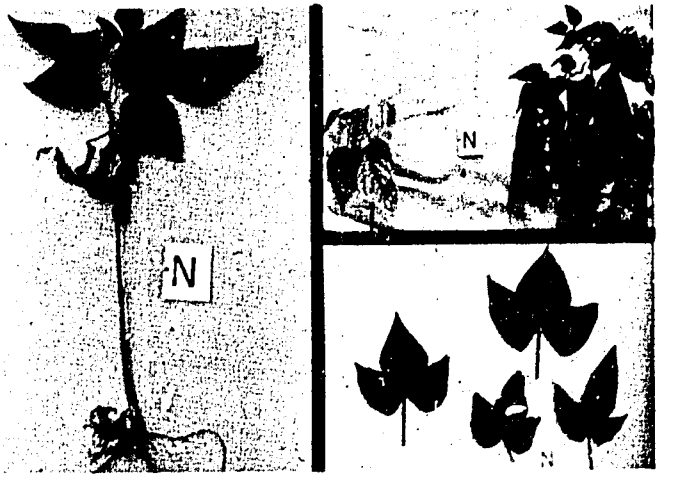

Fig. 136 Cuadro sintomatológico de la deficiencia de nitrógeno.

DEFICIENCIA DE FOSFORO

Phosphorus deficiency
Deficiência de fósforo

La deficiencia de fósforo es probablemente el principal problema nutricional del frijol en América Latina. Limita los rendimientos del frijol en muchas áreas de Brasil, especialmente en Campo Cerrado, y en los andosoles de Colombia y América Central. La Fig. 137 muestra el cuadro sintomatológico de esta deficiencia.

La deficiencia de fósforo retarda la floración y la maduración. Al iniciarse la floración de las plantas deficientes en fósforo, las hojas superiores tienen menos de 0.35% de este elemento.

La deficiencia de fósforo se corrige aplicando escorias Thomas, superfosfato simple, superfosfato triple o rocas fosfóricas; los fertilizantes se pueden aplicar al voleo e incorporar al suelo, excepto el superfosfato triple, el cual debe ser aplicado en banda, especialmente en suelos con alta fijación de fósforo. El nivel de aplicación depende del contenido de fósforo y de la capacidad de fijación que tenga el suelo.

Fig. 137 Cuadro sintomatológico de la deficiencia de fósforo.

DEFICIENCIA DE POTASIO

Potassium deficiency
Deficiência de potássio

Rara vez se observa la deficiencia de potasio en el fríjol pero puede ocurrir en oxisoles y ultisoles de baja fertilidad o en los suelos altos en calcio y magnesio. Los síntomas se presentan como amarillamiento y necrosis de los ápices y márgenes de las hojas inferiores de la planta, aunque gradualmente se extienden a las hojas superiores, tal como se aprecia en la Fig. 138. Al iniciarse la floración, las hojas superiores de las plantas deficientes de este elemento tienen menos de 2% de potasio; este contenido puede ser inferior cuando las plantas crecen en suelos con contenidos altos de calcio o de magnesio.

La deficiencia de potasio se puede controlar aplicando en banda 40-80 kg de K/ha en la forma de KCl o K_2SO_4 al hacer la siembra. El K_2SO_4 se recomienda cuando el suelo también tiene problemas de deficiencias de azufre.

Fig. 138 Síntomas de la deficiencia de potasio.

DEFICIENCIA DE ZINC

Zinc deficiency
Deficiência de zinco

La deficiencia de zinc ocurre en suelos con pH alto y en suelos ácidos sobreencalados, de bajo contenido de zinc. También puede ser inducida por aplicaciones altas de fósforo. Los síntomas de deficiencia de zinc se manifiestan como una clorosis intervenal de las hojas superiores (Fig. 139), las cuales luego se vuelven necróticas (Fig. 140). Las plantas deficientes en zinc tienen contenidos menores de 20 ppm en las hojas; los niveles normales están alrededor de 40-50 ppm.

La deficiencia de zinc se puede controlar con aplicaciones al suelo de 5-10 kg/ha de zinc en la forma de $ZnSO_4$ o de quelatos de zinc cuando la deficiencia no es muy grande. Las aplicaciones foliares de $ZnSO_4$ al 0.5% también pueden corregir el problema.

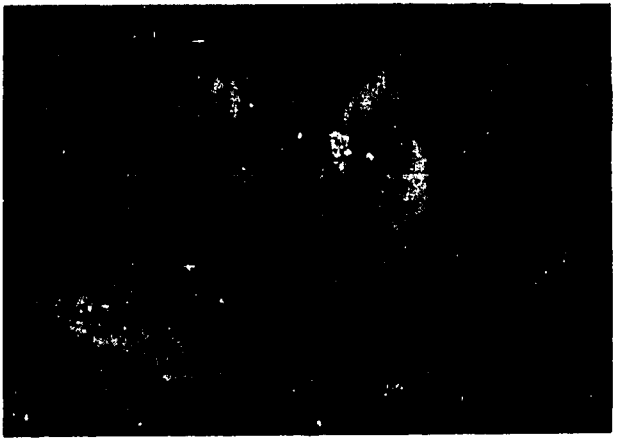

Fig. 139 Síntomas de la deficiencia de zinc en hojas superiores.

Fig. 140 Síntoma más avanzado de deficiencia de zinc.

DEFICIENCIA DE COBRE

Copper deficiency
Deficiência de cobre

La deficiencia de cobre ocurre principalmente en los suelos orgánicos o en los arenosos, pero es importante señalar que el frijol rara vez presenta esta deficiencia. Las plantas normales tienen contenidos de cobre de 15-25 ppm en las hojas superiores.

Por lo general, la deficiencia de cobre se controla aplicando al suelo de 2-5 kg de cobre/ha en la forma de $CuSO_4$. Las aplicaciones foliares de $CuSO_4$ al 0.1% como quelatos de cobre son también muy efectivas.

DEFICIENCIA DE AZUFRE

Sulphur deficiency
Deficiência de enxôfre

La deficiencia de azufre ocurre en oxisoles y ultisoles de baja fertilidad y especialmente, en zonas alejadas de centros industriales. Las hojas superiores toman un color amarillo muy uniforme, con apariencia muy semejante a la que produce la deficiencia de nitrógeno. El crecimiento de la raíz no es muy afectado, lo que sí ocurre con la deficiencia de calcio. Las hojas superiores de las plantas deficientes en azufre tienen menos de 0.15% al iniciarse la floración.

(*) Nota: no se ilustra la sintomatología de las deficiencias de cobre, azufre y calcio, porque rara vez se presentan en el campo

La deficiencia de este elemento se puede controlar aplicando de 10-20 kg/ha de azufre puro, o fertilizantes que contengan azufre como superfosfato simple, el sulfato de amonio y el sulfato de potasio. Fungicidas, como el elosal, pueden contribuir al suministro de azufre para la planta.

DEFICIENCIA DE CALCIO

Calcium deficiency
Deficiência de cálcio

Generalmente la deficiencia de calcio se observa en combinación con la toxicidad de aluminio en los oxisoles y ultisoles ácidos, por lo que es muy difícil de caracterizar la deficiencia de este nutrimento.

La deficiencia de calcio se controla mediante la incorporación profunda en el suelo de cal agrícola, cal dolomítica, óxido de calcio o hidróxido de calcio. Las aplicaciones bajas, por ejemplo de 500 kg/ha, son suficientes para corregir el problema, aunque con frecuencia se necesitan cantidades más altas para neutralizar las cantidades tóxicas de aluminio. Algunas fuentes, como las escorias Thomas, las rocas fosfóricas y los superfosfatos de calcio, pueden contribuir significativamente a solucionar los problemas nutricionales relacionados con el calcio.

PROBLEMAS MISCELANEOS EN LA PRODUCCION DE FRIJOL

INTRODUCCION

Además de los problemas que causan los factores patógenos, los insectos y los desórdenes nutricionales, muchos otros factores pueden causar daños esporádica pero severamente a los cultivos de fríjol. Varias condiciones ambientales, como heladas, altas o bajas temperaturas, vientos, sequías y otros, pueden dañar las plantas. Las variaciones en las propiedades del suelo ocasionadas por drenaje y otros, pueden producir en distintos sitios del terreno, diferencias marcadas en la apariencia y en el vigor de las plantas.

La proximidad del cultivo a centros industriales puede ocasionar un daño químico inducido por el aire tóxico de la polución industrial. Algunas veces los síntomas inducidos por este tipo de factores se confunden con aquellos causados por patógenos, insectos y desórdenes por nutrimentos.

DAÑO POR PRODUCTOS QUIMICOS

Chemical damage

El daño químico puede ocurrir en los cultivos de fríjol durante la época de crecimiento, especialmente durante la germinación y el desarrollo de la plántula, y en particular, cuando los productos químicos no se aplican de acuerdo con las recomendaciones específicas.

Pueden presentarse concentraciones tóxicas si los productos químicos y los fertilizantes quedan en el suelo muy cerca de las semillas; también crean problemas estas sustancias si no se disuelven y se lixivian rápidamente dentro de la zona de la raíz.

Se pueden presentar síntomas necróticos o morfológicos definidos en las hojas u órganos afectados de las plantas (Fig. 141). Con base en la severidad del daño, las hojas se pueden deformar y no desarrollarse. También puede ocurrir la quema del follaje mediante manchas necróticas (Fig. 142) si la aspersión de los productos químicos tóxicos se hace sobre las plantas. Por ejemplo, el daño causado por 2, 4-D puede perjudicar a una plantación de fríjol, si este herbicida se aplica a otros cultivos cercanos (Fig. 143), cuando hay vientos de moderados a altos.

Los desórdenes fisiológicos pueden ser causados por otros productos químicos que contengan impurezas o por productos que han metabolizado los microorganismos del suelo produciendo derivados tóxicos; estos desórdenes también pueden ser intensificados por condiciones ambientales o específicas del suelo. Por ejemplo, en el CIAT se encontró recientemente una situación específica en algunos cultivos de fríjol, la cual se denominó Problema 'X' por no conocer su causa (Figs. 144 y 145).

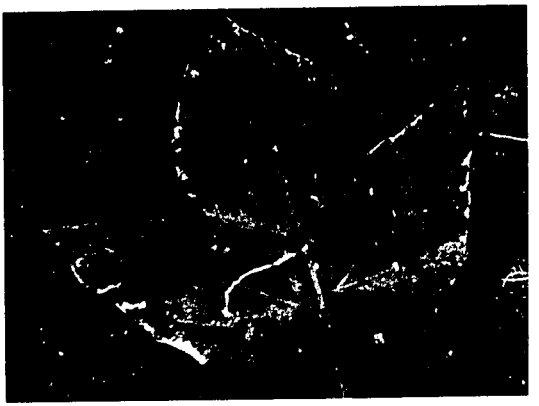

Fig. 141 Daño por insecticidas en las hojas del fríjol.

Fig. 142 Daño causado por las partículas de paraquat.

Fig. 143 Daño ocasionado por las partículas de 2, 4D.

Fig. 144 Problema X.

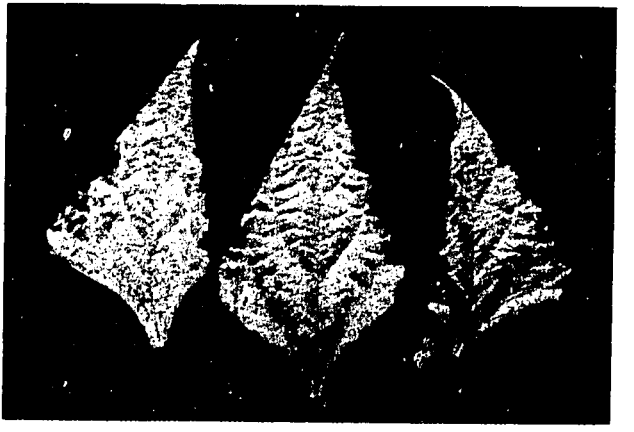

Fig. 145 Problema X.

FACTORES AMBIENTALES

Environmental factors

Varios factores ambientales pueden afectar la planta de fríjol durante su desarrollo. Una exposición prolongada al exceso de humedad del suelo o al agua superficial, puede inducir clorosis en la planta y deficiencia de zinc. El calor extremo, las heladas, y la carencia de humedad ocasionan el marchitamiento de la planta, el chamuscamiento de las hojas y aun la muerte de la planta. Los vientos fuertes, el granizo y las partículas de suelo que el viento eleva pueden romper y raspar el tejido de las plantas (Fig. 146). Con frecuencia, estas rupturas proporcionan a ciertos patógenos, entre ellos algunas bacterias, puntos de entrada a la planta. El escaldado puede ocurrir en las hojas y vainas cuando el tejido foliar se cubre con gotas de agua o se satura con humedad. Luego, si es expuesto a intensa luz solar y/o calor, resultarán parches cafés necróticos en las hojas, en los tallos o en las vainas (Fig. 147).

Fig. 146 Daño en las hojas producido por el viento y las partículas del suelo elevadas por el viento.

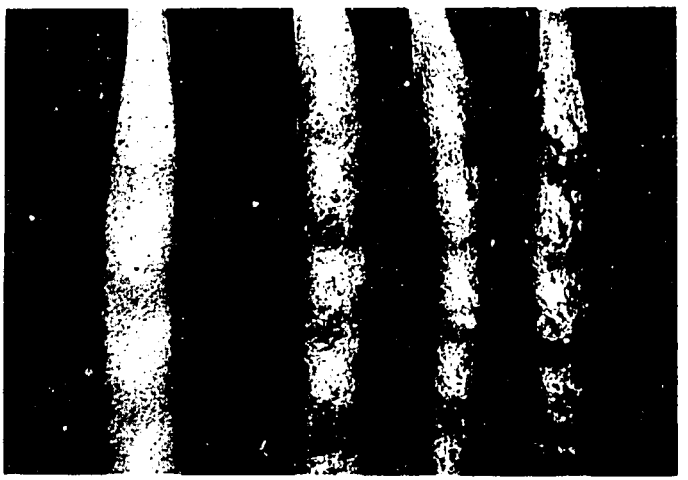

Fig. 147 Escaldadura de las vainas ocasionada por el sol.

ANORMALIDADES GENETICAS

Genetic abnormalities

Ocasionalmente, las plantas de fríjol son afectadas por anormalidades genéticas, las cuales pueden tener origen en mutaciones, incompatibilidades cromosómicas o irregularidades citoplasmáticas. Así se presentan las plantas albinas por pérdida de clorofila, las cuales casi siempre mueren pocos días después de su emergencia. Las variegaciones foliares son comunes en poblaciones de progenies segregantes y se reconocen por un mosaico de manchas verdes, amarillas y o blancas que son características (Figs. 148 y 149). Con frecuencia los folíolos y las vainas producidos por estas plantas se presentan deformados por esta condición. Estos síntomas se pueden observar en diferentes estados del desarrollo de la planta; las hojas variegadas pueden también aparecer en plantas que tienen hojas de apariencia normal.

Fig. 148 Variegaciones foliares causadas por una anormalidad genética.

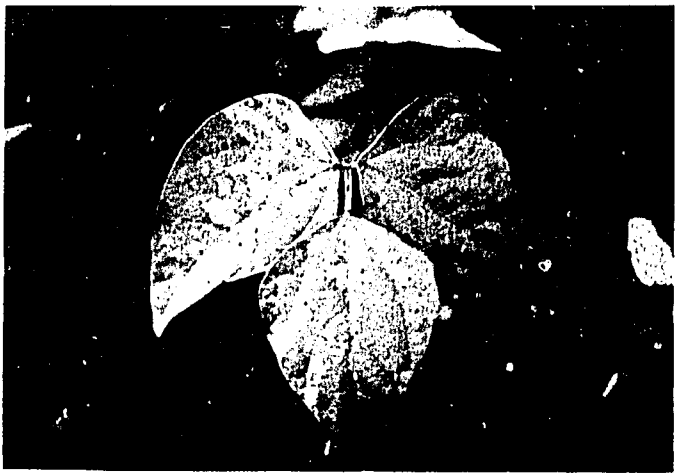

Fig. 149 Variegaciones foliares por anormalidad genética.

BIBLIOGRAFIA

1. COBRA NETTO, A. 1967. Absorção e deficiências dos macronutrientes pelo feijoeiro. Tese Ph.D. Piracicaba-SP, Brasil. Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz. 67 p.

2. FERNANDEZ, F.; CEBALLOS, L. F. 1976. Crecimiento y desarrollo de la planta de frijol. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Inédito.

3. GALLO, J. R.; MIYASAKA, S. 1961. Composição química do feijoeiro e absorcao de elementos nutritivos, do florescimento a maturacao. Bragantia 20-(40): 867-884.

4. HAAG, H. P.; MALAVOLTA, E.; GARGANTINI, H.; GARCIA BLANCO, H. 1967. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. Bragantia 26(30): 381-391.

5. HOWELER, R.; MEDINA, C. J. 1977. La fertilización en el frijol *Phaseolus vulgaris*: elementos mayores y secundarios. *En* Curso intensivo de adiestramiento en producción de fríjol para investigadores de América Latina, Cali, Colombia, 1977. Trabajos presentados. ed. preliminar. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 29 p.

6. LAING, D.; ZULUAGA, S. 1977. Efecto de la fertilización foliar en el contenido de N, P, K, y carbohidratos en fríjol en condiciones de campo. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Inédito.

7. MALAVOLTA, E. 1976. Manual de química agrícola; nutrição de plantas e fertilidade de solo. Sao Paulo, Brasil. Editora Agronómica Ceres. 528 p.

INDICE DE NOMBRES CIENTIFICOS DE PATOGENOS Y DE INSECTOS QUE ATACAN EL FRIJOL

PATOGENOS

Alternaria spp.
Alternaria alternata
Alternaria brassicae
Alternaria fasciculata
Alternaria tenuis
Ascochyta phaseolorum
Botryotinia fuckeliana
Botrytis cinerea
Cercospora spp.
Cercospora canescens
Cercospora caracallae
Cercospora cruenta
Cercospora phaseoli
Cercospora vanderystii
Chaetoseptoria wellmanii
Colletotrichum lindemuthianum
Corynebacterium flaccumfaciens
Diaporthe phaseolorum
Entyloma petuniae
Erysiphe polygoni
Fusarium oxysporum
f. sp. *phaseoli*
Fusarium solani var. *phaseoli*
Glomerella cingulata
Isariopsis griseola
Macrophomina phaseoli
Macrophomina phaseolina
Phoma exigua
Phomopsis subcircinata
Phytophthora parasitica
Phytophthora phaseoli
Pseudocercosporella albida
Pseudomonas phaseolicola
Pseudomonas syringae
Pythium sp.
Pythium aphanidermatum
Pythium butleri
Pythium irregulare
Pythium myriotylum
Pythium ultimum
Ramularia phaseoli
Rhizoctonia microsclerotia
Rhizoctonia solani
Sclerotinia sclerotiorum
Sclerotium rolfsii
Thanatephorus cucumeris
Thielaviopsis basicola
Uromyces appendiculatus
Uromyces phaseoli
Whetzelinia sclerotiorum
Xanthomonas campestris
Xanthomonas phaseoli
Xanthomonas phaseoli var. *fuscans*

INSECTOS

Acanthoscelides obtectus
Agromyza sp.
Agrotis ipsilon
Aphis gossypii
Aphis medicaginis
Apion godmani
Bemisia tabaci
Brevicoryne brassicae
Cerotoma sp
Cerotoma facialis
Cerotoma ruficornis
Deroceras agreste
Diabrotica sp.
Diabrotica adelpha
Diabrotica balteata
Elasmopalpus lignosellus
Empoasca kraemeri
Epilachna sp.
Epilachna varivestis
Epinotia opposita
Estigmene acrea
Gynandrobrotica sp.
Hedylepta indicata
Heliothis virescens
Heliothis zea
Hemichalepus sp.
Hylemya cilicrura
Hylemya liturata
Laspeyresia leguminis
Limax maximus
Liriomyza sp.
Maruca sp.
Maruca testulalis
Polyphagotarsonemus latus
Spodoptera eridania
Spodoptera frugiperda
Spodoptera ornithogalli
Tetranychus desertorum
Tetranychus urticae
Trialeurodes vaporariorum
Trichoplusia ni
Urbanus proteus
Vaginulus plebeius
Zabrotes sp.
Zabrotes subfasciatus

NEMATODOS

Belonolaimus sp.
Di[illegible]echus sp.
He[illegible]dera sp.
Meloidogyne incognita
Meloidogyne javanica
Pratylenchus scribneri
Trichodorus sp.

ILUSTRACIONES DE ESTE MANUAL

NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES QUE FACILITARON FOTOGRAFIAS Y NUMERO DE LAS FIGURAS QUE LES PERTENECE

G. S. Abawi	Figs. 44, 45, 46, 59, 70, 72, 86
G. Bascur	Figs. 96, 97
S. E. Beebe	Figs. 58, 60, 64
J. Bird	Fig. 121
H. L. Bissonnette	Fig. 79
M. A. Ellis	Figs. 88a, 88b
G. E. Galvez	Figs. 7, 12, 14, 15, 28, 49, 53, 144
D. J. Hagedorn	Figs. 80, 83, 84
A. F. Hagen	Figs. 107, 108
R. Howeler	Fig. 133
J. P. Meiners	Figs. 9, 10
S. K. Mohan	Fig. 36
F. Morales	Figs. 1, 2, 4, 5, 6, 8, 11, 16
H. F. Ospina	Figs. 85, 106a, 110
M. Pastor Corrales	Figs. 23, 29, 30, 33, 48, 65
M. L. Schuster	Fig. 82
H. F. Schwartz	Figs. 3, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 47, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 89, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149

A. V. Schoonhoven	Figs. 90, 93, 109, 113, 117, 122, 123, 124, 141
Laboratorio fotográfico del CIAT	Figs. 13, 31, 32, 87, 88, 91, 92, 94, 95, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 111, 112, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140