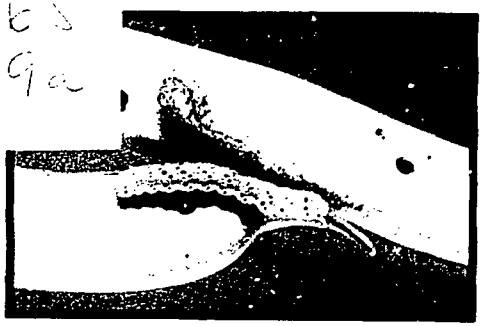
LAT
635.65
S599a

PN-AAC-237



PROBLEMAS DE CAMPO EN LOS CULTIVOS DE FRIJOL EN AMERICA LATINA

CIAT

PORTADA: Cuatro problemas del cultivo de fríjol. **Fondo,** un campo severamente infectado con añublo bacterial común del fríjol (H. F. Schwartz); **arriba,** *Heliothis virescens* alimentándose (A. van Schoonhoven); **izquierda (abajo),** toxicidad de manganeso (H. F. Schwartz); **derecha (abajo),** daño químico ocasionado por paraquat (H. F. Schwartz).

CONTRAPORTADA: Izquierda, ensayo de reconocimiento de enfermedades en la Estación Experimental del ICA, en Obonuco cerca a Pasto, Colombia (H. F. Schwartz); **derecha,** producción de semilla limpia de una variedad promisoria en la Estación Experimental del INIA en Quilamapu, cerca a Chillán, Chile (H. F. Schwartz).

El CIAT es una institución sin ánimo de lucro, dedicada al desarrollo agrícola y económico de las zonas bajas tropicales. Su sede ocupa un terreno de 522 hectáreas, propiedad del Gobierno de Colombia, el cual en su calidad de país anfitrión brinda apoyo a las actividades del CIAT. El Centro trabaja en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en varias de sus estaciones experimentales y también con agencias agrícolas a nivel nacional en otros países de América Latina. Varios miembros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional financian los programas del CIAT. Durante este año los donantes son: la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID), la Fundación Rockefeller, la Fundación Ford, la Fundación W. K. Kellog, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) por intermedio de la Asociación Internacional del Desarrollo (IDA), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y los gobiernos de Australia, Bélgica, la República Federal Alemana, Holanda, Japón, Suiza y el Reino Unido. Además, algunas de estas entidades, el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo del Canadá (IDRC) y la Junta Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBGPR), financian proyectos especiales. La información y conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan necesariamente la posición de ninguna de las instituciones, fundaciones o gobiernos mencionados.

Serie GS-19
Diciembre, 1978

PROBLEMAS DE CAMPO EN LOS CULTIVOS DE FRIJOL EN AMERICA LATINA

Howard F. Schwartz, Fitopatólogo
Guillermo E. Gálvez E., Virólogo
Aart van Schoonhoven, Entomólogo
Reinhardt H. Howeler, Edafólogo
Peter H. Graham, Microbiólogo
Carlos Flor, Agrónomo

Centro Internacional de Agricultura Tropical

Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

Contenido

INTRODUCCION GENERAL 5

A. ENFERMEDADES DE LA PLANTA 7

Introducción 7

I. ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS 8

1. Virus Trasmitidos por Afidos 8
   1.1 Mosaico Común del Fríjol 8
   1.2 Mosaico Amarillo del Fríjol 10

2. Virus Trasmitidos por Mosca Blanca 12
   2.1 Mosaico Dorado del Fríjol 12
   2.2 Moteado Clorótico del Fríjol 14

3. Virus Trasmitidos por Crisomélidos 16
   3.1 Mosaico Rugoso del Fríjol 16
   3.2 Mosaico Sureño del Fríjol 18

II. ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS 20

4. Hongos que Afectan el Follaje y las Vainas 20
   4.1 Mancha Foliar por Alternaria 20
   4.2 Mancha Angular 22
   4.3 Antracnosis 24
   4.4 Mancha de Ascochyta 26
   4.5 Mancha Redonda 28
   4.6 Mancha Harinosa 30
   4.7 Mancha Gris 32
   4.8 Moho Gris 34
   4.9 Oidium 36
   4.10 Roya 38
   4.11 Carbón 40
   4.12 Mustia Hilachosa 42
   4.13 Moho Blanco del Tallo 44

5. Hongos que Afectan la Raíz y el Tallo 46
   5.1 Pudrición Gris de la Raíz 46
   5.2 Pudrición Seca 48
   5.3 Marchitamiento por Fusarium 50
   5.4 Marchitamiento por Pythium 52
   5.5 Chancro 54
   5.6 Añublo Sureño 56

III. ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS 58

6.1 Añublo Bacterial Común 58
6.2 Añublo de Halo 60

IV. ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS 62

7.1 Nemátodos de los Nódulos Radicales 62
7.2 Nemátodos de las Lesiones Radicales 62

V. PATOLOGIA DE LA SEMILLA 64

8.1 Producción de Semilla Limpia 64

B. INSECTOS DAÑINOS 67

Introducción 67

9. Insectos que Atacan las Plántulas 68
   9.1 Grillos, Ciempiés, Grillotopos, Hormigas 68
   9.2 Trozadores 70
   9.3 Coralillo 72
   9.4 Mosca de la Semilla 74

10. Insectos Comedores del Follaje 76

10.1 Gusano Peludo 76
10.2 Crisomélidos 78
10.3 Conchuelas 80
10.4 Minadores 82
10.5 Babosas 82

11. Insectos Chupadores 84
11.1 Afidos 84
11.2 Chicharritas 86
11.3 Acaros 88
11.4 Moscas Blancas 90

12. Insectos que Atacan la Vaina 92
12.1 Picudo de la Vaina 92
12.2 Polilla del Fríjol 94
12.3 Helótero 96
12.4 Otros Barrenadores de las Vainas 98

13. Insectos de Granos Almacenados 100
13.1 Gorgojo 100
13.2 Gorgojo Pintado 102

C. DESORDENES NUTRICIONALES 104

Introducción 104
14.1 Toxicidad de Aluminio 106
14.2 Deficiencia y Toxicidad de Boro 108
14.3 Deficiencia de Calcio 110
14.4 Deficiencia de Cobre 112
14.5 Deficiencia de Hierro 112
14.6 Deficiencia de Magnesio 114
14.7 Deficiencia y Toxicidad de Manganeso 116
14.8 Deficiencia de Nitrógeno 118
14.9 Deficiencia de Fósforo 120
14.10 Deficiencia de Potasio 122
14.11 Deficiencia de Azufre 124
14.12 Deficiencia de Zinc 126

D. PROBLEMAS MISCELANEOS EN LA PRODUCCION DE FRIJOL 129

Introducción 129
15.1 Daño Químico 130
15.2 Factores Ambientales 132
15.3 Anormalidades Genéticas 132

COLABORADORES QUE FACILITARON FOTOGRAFIAS 134

INDICE DE LOS NOMBRES CIENTIFICOS DE PATOGENOS Y DE PLAGAS DE INSECTOS QUE ATACAN LAS PLANTAS 135

Introducción General

El grano de fríjol es un componente proteínico importante en la dieta de la mayoría de la población latinoamericana. No obstante su importancia, el promedio de la producción nacional es de sólo 600 kg/ha; sin embargo, el fríjol tiene un potencial de producción superior a cuatro toneladas por hectárea. Esta diferencia significativa entre la producción actual y la potencial se puede atribuir a las enfermedades de la planta, a los daños causados por insectos y a problemas nutricionales del suelo en los campos cultivados con fríjol. Esta publicación tiene como objetivo ayudar a los científicos, asistentes y agricultores en la identificación de algunos de los problemas de producción y en el desarrollo de medidas de control. Para facilitar un mayor uso de este manual, el nombre común del problema aparece en inglés en letra azul, al margen derecho. Las fotografías de estructuras fungosas y de insectos tienen un tamaño casi igual a los originales, a excepción de aquellas en las cuales fue necesario aumentar de tamaño.

A. Enfermedades de la Planta

Introducción

El fríjol cultivado tanto en el trópico como en las zonas templadas del mundo, es atacado por muchas enfermedades de naturaleza fungosa, bacterial o viral y por nemátodos. Muchos patógenos infectan la planta de fríjol, tanto en el trópico como en zonas templadas del mundo, debido a la poca distancia de siembra, a su continuidad de cultivo y a las diversas condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la infección y para la supervivencia del patógeno. Las condiciones ambientales varían desde la alta temperatura y humedad, en las áreas tropicales bajas, hasta la baja temperatura y alta humedad, en las áreas subtropicales altas. La presencia de algunos patógenos está restringida a ciertas regiones específicas; por ejemplo, el organismo causante de la mustia hilachosa y el virus del mosaico dorado del fríjol prevalecen en regiones bajas, mientras que la antracnosis aparece en regiones altas. Por otra parte, algunos patógenos se presentan en todas las regiones, por ejemplo, el virus del mosaico común del fríjol y el organismo causante de la roya.

I. Enfermedades Causadas por Virus

1. Virus Trasmitidos por Afidos

1.1 Mosaico común — Bean common mosaic
Mosaico comum

El virus del mosaico común del fríjol (BCMV) es un serio problema del cultivo de fríjol en todo el mundo. La expresión de los síntomas puede ser debida a diferentes cepas del virus, al grado de resistencia de la planta, la edad de la variedad o a diferentes condiciones ambientales, como la temperatura. Los síntomas en la hoja incluyen el moteado verde claro-oscuro o el mosaico en las hojas las cuales, frecuentemente, tienen una apariencia acopada cuando los bordes de la hoja se enroscan hacia abajo (Figura 1). Frecuentemente, las hojas infectadas son más pequeñas de lo normal y pueden presentar pequeñas ampollas sobre su superficie. Con frecuencia, las plantas se "enanifican" y las vainas y botones florales se deforman. El BCMV puede ser trasmitido mecánicamente, por la semilla (Figura 2) o por áfidos (Figura 3).

Las temperaturas altas (mayores de 26°C) son favorables para el desarrollo de las lesiones locales necróticas en las hojas (Figura 4) o necrosis sistémica, cuando las plantas resistentes son infectadas por cepas de BCMV. En realidad, esta reacción es una respuesta hipersensitiva de la planta resistente a la infección por el virus. La necrosis sistémica comienza con un leve marchitamiento de los foliolos jóvenes, en cualquier período de crecimiento de la planta; las hojas se tornan color café o negruzcas y se marchitan (Figura 5); luego, por un marchitamiento total y muerte de la planta. El sistema vascular de la planta también se torna necrótico (Figura 6). En plantas susceptibles, el virus causa una reacción de mosaico sistémico normal a altas temperaturas.

Las medidas de control consisten en el empleo de variedades resistentes. Se puede reducir la incidencia de la enfermedad mediante el uso de semilla libre de virus y por el control de la población del insecto vector (ver Sección 11.1).

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3 (5X)

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

1.2 Mosaico amarillo — Bean yellow mosaic

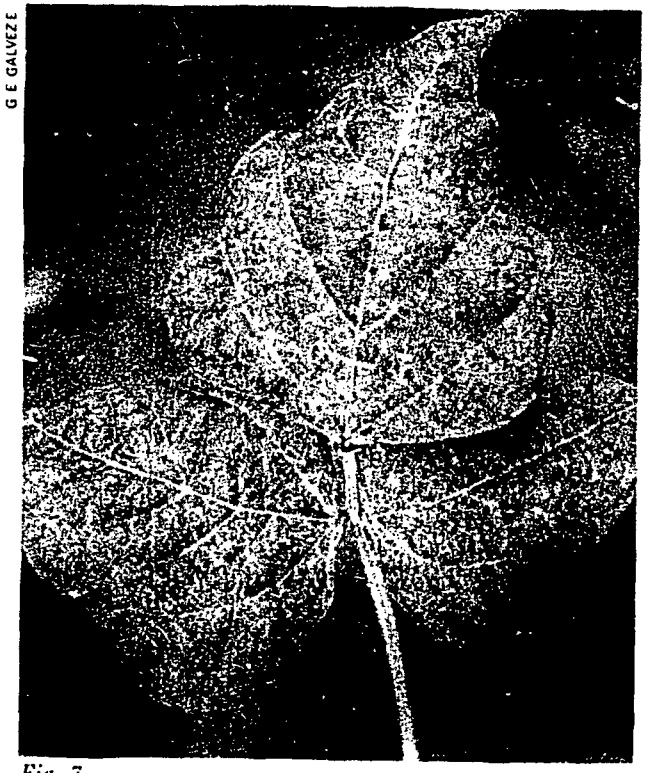
NOTAS

Moteado amarillo

Mosaico amarelo

El virus del mosaico amarillo del fríjol (BYMV) tiene un amplio rango de hospedantes incluyendo el fríjol, la soya, el trébol y los gladiolos. La expresión de los síntomas puede ser afectada por cepas patógenas del virus y por diferencias en la resistencia de las variedades. Los síntomas en la hoja del fríjol consisten en moteado amarillo y verde o de mosaico (Figura 7), los cuales son más severos en su expresión que BCMV. Las hojas tienden a adquirir una apariencia brillante, cóncava y lustrosa. Las vainas afectadas y las hojas pueden mostrar deformaciones y torcimientos. La planta puede ser severamente "enanificada", mucho más que las atacadas por BCMV. Las cepas específicas del virus pueden causar purpuramiento de las bases de las hojas, en hojas inferiores, lo cual quizás resulte en la muerte de la planta. El BYMV no es trasmitido por la semilla pero sí es fácilmente trasmitido mecánicamente y por áfidos.

Las medidas de control consisten en el empleo de variedades resistentes y en el control de la población del insecto vector (ver Sección 11.1).



G E GALVEZE

Fig. 7

2. Virus Trasmitidos por Mosca Blanca

NOTAS

2.1 Mosaico dorado — Bean golden mosaic

Mosaico dourado — Bean golden yellow mosaic

El virus del mosaico dorado del fríjol (BGMV) es un problema serio en muchas áreas tropicales del mundo en las cuales se cultiva fríjol y fríjol lima. Los síntomas en la hoja consisten en la presencia de un mosaico amarillo y verde, el cual puede inducir que la hoja afectada se enrosque hacia abajo (Figura 8). Las hojas trifoliadas recién emergidas muestran un amarillo brillante o un mosaico general, el cual puede contrastar marcadamente con las hojas más viejas, las cuales exhiben síntomas de mosaico menos distintivos (Figura 9). Las plantas infectadas son determinadas fácilmente en el campo por su apariencia amarilla general. Algunas variedades se pueden enanificar y producir vainas deformadas (Figura 10).

Para inducir epidemias de mosaico dorado del fríjol (Figura 11), es necesario tener altas poblaciones del insecto vector (*Bemisia tabaci* Genn.). El BGMV puede ser trasmitido mecánicamente pero no es trasmitido por la semilla. Las malezas también pueden servir como depósitos del inóculo.

Las medidas de control consisten en el empleo de variedades resistentes o tolerantes y en el control de la población del insecto vector (ver Sección 11.4).

CIAT

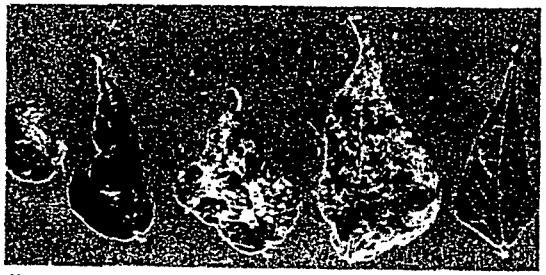


Fig. 9

Fig. 8

G E GALVEZ E

CIAT

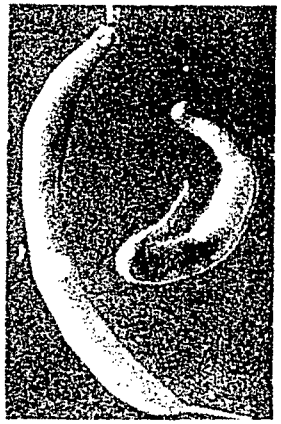


Fig. 10

J BIRD

Fig. 11 (0.5 X)

2.2 Moteado clorótico	Bean chlorotic mottle	NOTAS
Mosaico de las Euforbiáceas	Bean crumpling	
Enrollamiento de la hoja	Euphorbia mosaic	
Clorosis infecciosa	Bean dwarf mosaic	
Mosaico de la Rhynchosia	Abutilon mosaic	
Enanismo del fríjol	Rhynchosia mosaic	
Anão amarelo		
Clorose infecciosa das malváceas		
Encarquilhamento da fôlha		
Mosaico anão		

Usualmente, el virus del moteado clorótico del fríjol (BCLMV) no causa serias pérdidas en el cultivo del fríjol, aunque puede aparecer en las plantaciones. Debido a la poca caracterización del mismo se han incluido, bajo el nombre de este virus, muchas enfermedades virales con síntomas similares descritas por diferentes colaboradores. En algunas variedades, los síntomas de la hoja incluyen parches de moteado clorótico con algunos enrollamientos de hojas y deformaciones asociadas (Figura 12). Si la infección ocurre durante el estado de plántula, una planta susceptible puede ser severamente "enanificada" y presentar síntomas de escoba de bruja (Figura 13). Algunas malezas, tales como *Sida* sp., *Euphorbia* sp. y otras malezas tropicales comunes sirven como depósitos del inóculo. El virus es trasmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Las medidas de control consisten en el empleo de variedades resistentes y en el control de la población del insecto vector (ver Sección 11.4).

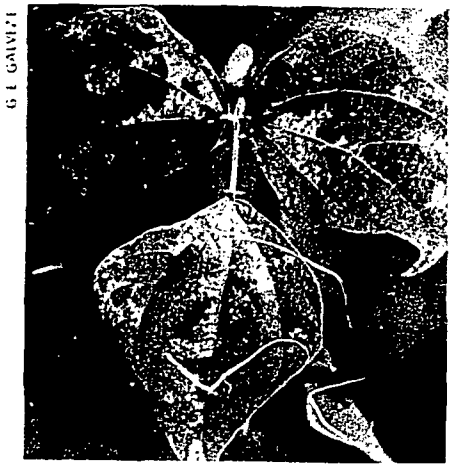


Fig. 12

Fig. 13

3. Virus Trasmitidos por Crisomélidos

NOTAS

3.1 Mosaico rugoso — Bean rugose mosaic

Ampollado

Arrugamiento

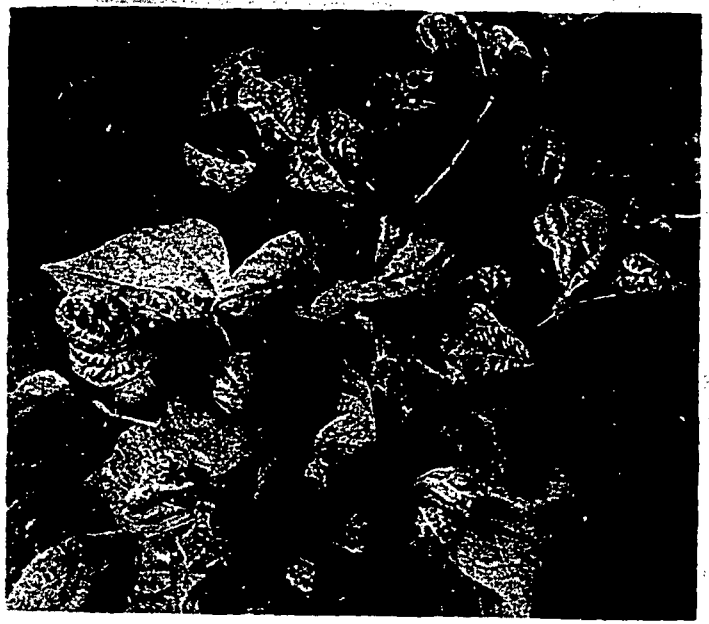
Encarrugamiento

Mosaico em desenhos

El virus del mosaico rugoso del fríjol (BRMV) produce síntomas que son semejantes a los causados por el mosaico común del fríjol. Los síntomas son afectados por cepas patógenas del virus y por diferencias en la resistencia de las variedades. Los síntomas de la hoja incluyen un mosaico verde y oscuro, frecuentemente acompañado por un severo ampollamiento, enrollamiento y deformación, con una apariencia gruesa y coriácea (Figura 14). Frecuentemente, las plantas son muy "enanificadas", especialmente si la infección ocurre durante la época de plántula. Las vainas pueden mostrar deformación y presentar un mosaico. El mosaico rugoso del fríjol es trasmitido mecánicamente, por especies de *Cerotoma* y *Diabrotica*. Algunos investigadores sospechan que este virus puede ser trasmitido por la semilla, aunque ésto no ha sido confirmado.

Las medidas de control consisten en el empleo de variedades resistentes, y el control de la población del insecto vector (ver Sección 10.2).

Fig. 14



G. E GALVEZ E

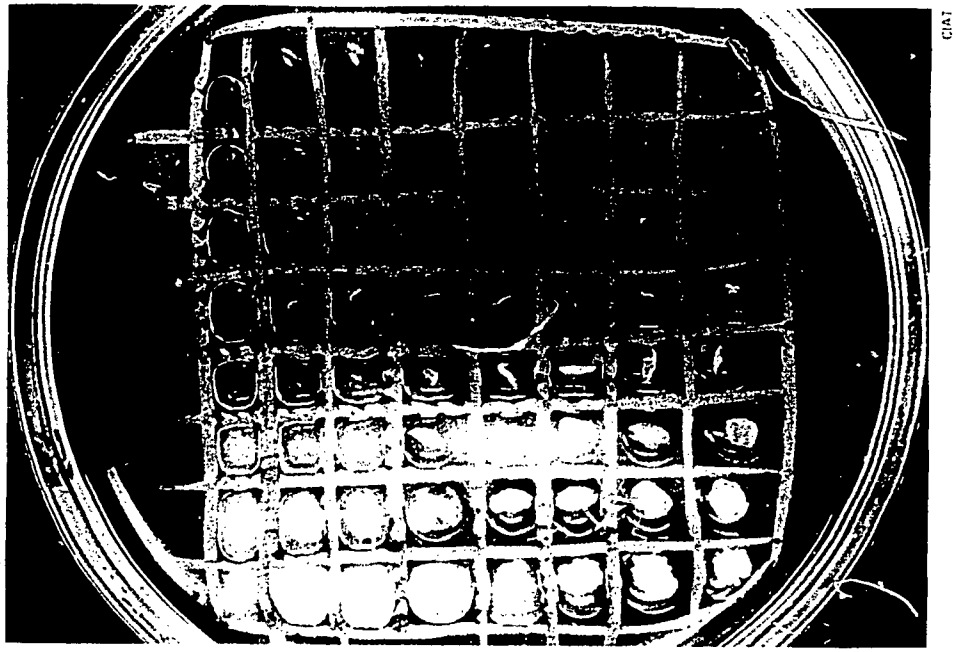
3.2 Mosaico sureño

Bean southern mosaic

NOTAS

El virus del mosaico sureño del fríjol (BSMV) ha sido encontrado en muchos países de América Latina. Este virus puede producir lesiones locales circulares, pardo-rojizas, de 1-3 mm de diámetro, o un moteado sistémico y bandas verdes a lo largo de las venas, dependiendo de la variedad inoculada. Los síntomas de moteado son similares a los producidos por BCMV y BYMV pero menos intensos. Las hojas pueden mostrar ampollamiento y deformaciones. Las vainas presentan manchas de color verde oscuro, húmedas e irregulares. El (BSMV) es portado en la semilla y su presencia generalmente es comprobada por técnicas de serología (Figura 15).

Las medidas de control consisten en la siembra de semilla libre del virus, en el empleo de variedades resistentes, y en el control del insecto vector.



CIAT

Fig. 15

II. Enfermedades Causadas por Hongos

NOTAS

4. Hongos que Afectan el Follaje y las Vainas

4.1 Mancha foliar por Alternaria — Alternaria leaf spot

Mancha parda

Alternaria alternata (Fr.) Keissler
Alternaria tenuis Nees

La mancha parda puede ser un problema en localidades con alta humedad y temperaturas moderadamente bajas. Los síntomas en la hoja aparecen como pequeñas lesiones café-rojizas, irregulares, rodeadas por un borde café oscuro. Estas lesiones se alargan gradualmente y desarrollan como anillos concéntricos; con frecuencia, se vuelven brillantes y caen dejando orificios en la lámina foliar (Figura 16). Las lesiones se pueden unir y cubrir grandes áreas de la hoja, resultando en parcial o prematura defoliación. *Alternaria* sp. puede causar la muerte de los tejidos de crecimiento de la planta o reducir su vigor. El hongo también puede dañar las hojas (Figura 17) y las vainas, al producir una decoloración café en la superficie (Figura 18) y dañar las semillas en desarrollo.

Las medidas de control incluyen rotación de cultivos, aplicación de los fungicidas benomil o thiophanato y desarrollo de variedades resistentes.

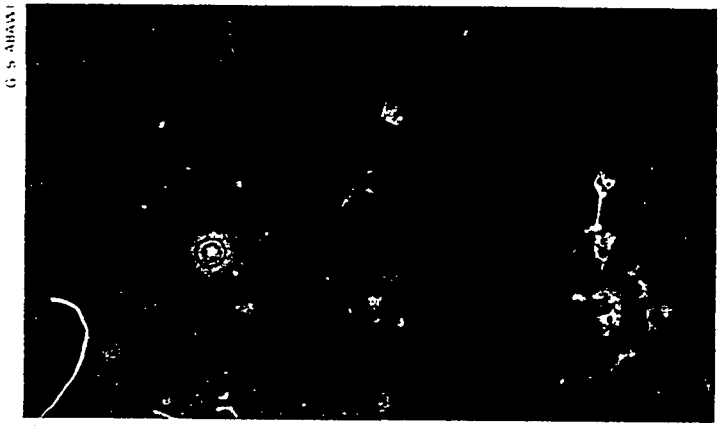


Fig. 16

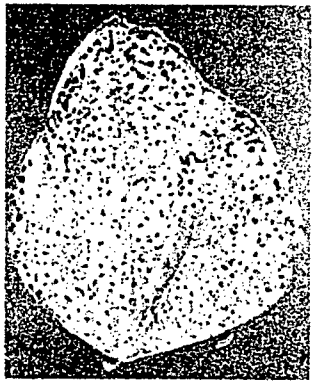


Fig. 17

Fig. 18

4.2 Mancha angular — Angular leaf spot

NOTAS

Isariopsis griseola Sacc.

La mancha angular del fríjol (Figura 19) está presente en muchas regiones del mundo. La infección y desarrollo de este hongo se favorecen por temperaturas moderadas (18-25°C) y períodos de alta humedad o pluviosidad. Los signos y los síntomas aparecen generalmente, primero, en el envés de la hoja, como manchas grises; éstas se tornan porteriormente color café y se cubren de pequeñas columnas de hifas (sinema), las cuales cambian de gris a negro debido al color de las conidias (Figura 20). Las lesiones son angulares a causa de su delimitación por las venas y venillas. Las lesiones angulares café son también visibles por el haz pero, usualmente, no se presentan sinemas. Las lesiones de las vainas y los tallos son de color café-rojizas y frecuentemente rodeadas por un borde más oscuro (Figura 21). El patógeno puede ser portado internamente por la semilla y la trasmisión también puede ocurrir por esporas diseminadas por el viento.

Las medidas de control incluyen rotación de cosechas, uso de semilla limpia, aplicación de benomil o thiophanato y utilización de variedades resistentes.

Fig. 19

Fig. 20

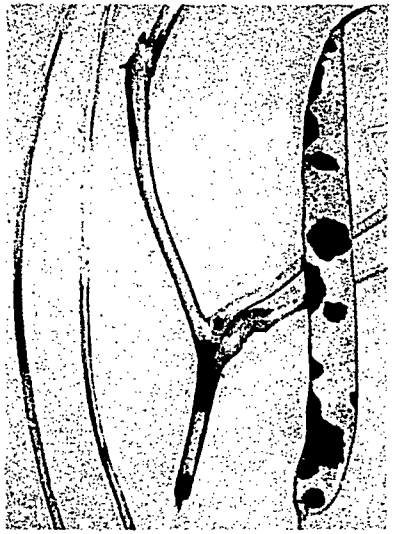


Fig. 21

4.3 Antracnosis

Anthracnose

NOTAS

Antracnose

Colletotrichum lindemuthianum (Sacc. and Magn.) Scribner

La antracnosis (Figura 22) prevalece en la mayoría de las regiones del mundo, especialmente en elevaciones superiores a los 1000 m. La infección y el desarrollo de este patógeno son favorecidos por temperaturas bajas (14-18°C) y alta humedad. Las esporas son diseminadas por el viento, la lluvia o esparcidas a través del campo por el hombre y los insectos. Los signos y síntomas en la hoja (Figura 23), aparecen inicialmente en el envés y las lesiones son de un color que varía desde rojo hasta negro y se localizan a lo largo de las venas y venillas de la hoja. Estas lesiones también pueden aparecer en los pecíolos, ramas, tallos, cotiledones o vainas. Generalmente, la infección en las vainas aparece en forma de manchas rosadas o de color herrumbroso hasta negro, las cuales se convierten en chancros que contienen masas de esporas rosadas (Figura 24). El hongo puede ser portado internamente por la semilla y causar severas pérdidas en el campo.

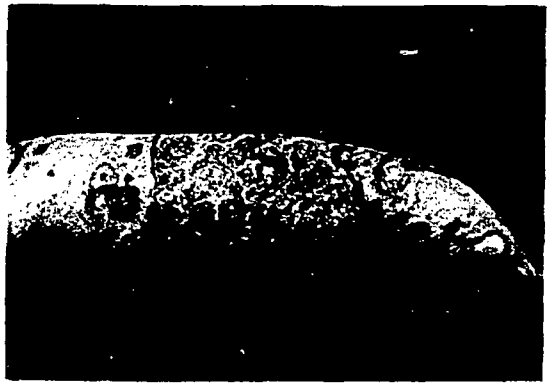
Las medidas de control incluyen rotación de cosechas, uso de semilla limpia, aplicación de fenton acetato, benomil o captafol y la siembra de variedades resistentes. La resistencia es afectada por la existencia de diferentes razas del patógeno.

H F SCHWARTZ

Fig. 22

OSPINA

Fig. 23



H F SCHWARTZ

Fig. 24

4.4 Mancha de Ascochyta — Ascochyta leaf spot

NOTAS

Ascochyta boltshauseri Sacc.

Ascochyta phaseolorum Sacc.

La mancha de Ascochyta es, básicamente, un problema en las tierras altas, por encima de los 1500 m y se favorece por temperaturas frías y alta humedad. Los síntomas y signos en las hojas se manifiestan en forma de lesiones de color gris oscuro o negro (Figura 25), las cuales pueden contener pequeños picnidios negros. También, las lesiones pueden aparecer en los pedúnculos y pecíolos (Figura 26), vainas (Figura 27) y los tallos, presentándose en círculos y causando la muerte de la planta. En epidemias severas puede ocurrir la caída prematura de las hojas. El hongo puede ser portado por la semilla.

Las medidas de control incluyen rotación de cosechas, uso de semilla limpia, aplicación de los fungicidas zineb o benomil y siembra de variedades resistentes.

Fig. 26

Fig. 27

Fig. 25

4.5 Mancha redonda — Chaetoseptoria leaf spot

NOTAS

Chaetoseptoria wellmanii Stevenson

La mancha redonda puede ser un problema en regiones con temperaturas moderadamente frías y ambientes húmedos. En Méjico, la infección usualmente ocurre en las hojas primarias, inmediatamente después de que la planta emerge. Los signos y síntomas se presentan en forma de lesiones circulares de color café claro o crema en el centro, rodeadas por un borde café-rojizo (Figura 28). En la lesión se pueden formar pequeños picnidios grises. En posible que se presente una severa defoliación, con las consiguientes pérdidas de rendimiento. El hongo puede ser portado por la semilla.

Las medidas de control incluyen rotación de cosechas, uso de semilla limpia, aplicación de benomil y desarrollo de variedades resistentes o tolerantes.

Fig. 28

4.6 Mancha harinosa — Floury leaf spot

NOTAS

Mancha farinhosa

Môfo branco de fôlha

***Ramularia phaseoli* (Drummond) Deighton**

La mancha harinosa puede ocurrir en regiones con temperatura y humedad moderadas. Los signos y síntomas son lesiones angulares blancas que pueden coalescer, en forma irregular, en el envés de las hojas (Figura 29). El hongo produce un crecimiento de micelio y esporas de color blanco característico. En el haz de la hoja puede aparecer un síntoma verde claro o amarillo, sin evidencia de micelio o esporas. Generalmente, la infección ocurre primero en las hojas más viejas y progresa hacia el follaje nuevo. La infección severa puede causar defoliación prematura.

Las medidas de control incluyen rotación de cosechas, aplicación de thiophanato o benomil y desarrollo de variedades resistentes o tolerantes.

Fig. 29

H F SCHWARTZ

4.7 Mancha gris — Gray spot

Cercospora vanderysti P. Henn

La mancha gris (Figura 30) prevalece en regiones por encima de 1500 m, en donde persisten temperaturas bajas y alta humedad. Los síntomas y signos consisten en lesiones angulares verde claro o cloróticas, de 2-5 mm de diámetro, en el haz de la hoja (Figura 31). En estas lesiones se presenta un crecimiento de micelio y esporas de color blanco-grisáceo por el envés de la hoja (Figura 32), siendo estos signos muy característicos de este hongo. Las infecciones severas pueden causar defoliación prematura.

Las medidas de control incluyen rotación de cosechas, aplicación de hidróxido de cobre o benomil y uso de variedades resistentes.

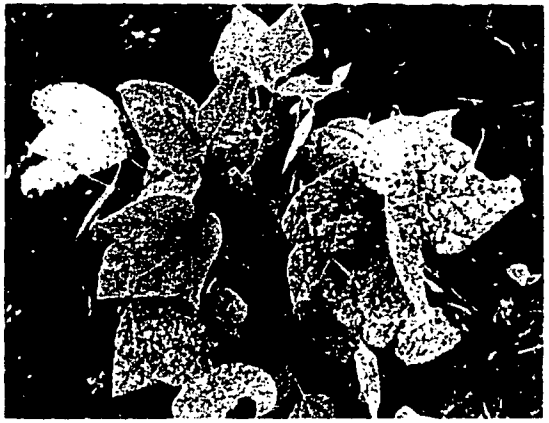


Fig. 30

Fig. 31

Fig. 32

4.8 Moho gris — Gray mold

NOTAS

Podredumbre gris
Bolor cinzento
***Botrytis cinerea* Pers. *ex.* Fries**
***Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetz.**

Botrytis cinerea es el estado conidial de *Botryotinia fuckeliana* y puede ser un problema durante los períodos de baja temperatura y alta humedad. La infección ocurre usualmente en las heridas, en partes de la planta tales como hojas, tallos o vainas, o botones florales envejecidos, colonizados por el hongo (Figura 33). Los síntomas se presentan como áreas humedecidas de color gris-verdoso en el tejido afectado, las cuales luego se marchitan y mueren. Aunque las plántulas también se pueden marchitar y morir, el daño está limitado usualmente a una pudrición acuosa suave de las vainas. En el tejido infectado se pueden formar estromas negros y esclerocios (con más de 4 mm de diámetro), similares a los producidos por *Sclerotinia*. Se pueden producir apotecios y/o micelio por un esclerocio germinado de *B. fuckeliana* (Figura 34), lo cual explica la variabilidad en virulencia.

Las medidas de control incluyen baja densidad de las plantas, aplicación de benomil y desarrollo de variedades resistentes.

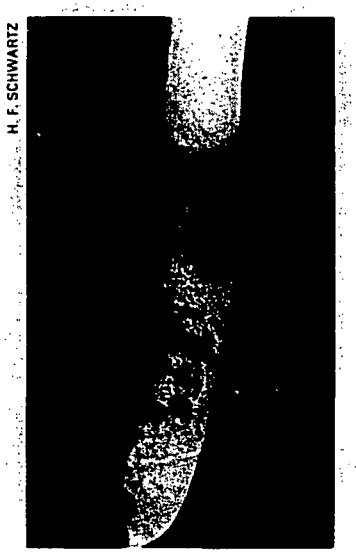


Fig. 33

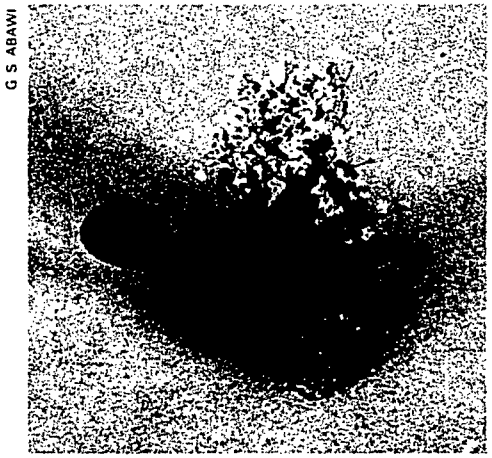


Fig. 34 (3 X)

4.9 Oidium — Powdery mildew

NOTAS

Mildeo Polvoso
Mildiú velloso
Mildio pulverulento ou cinza
Oídio
***Erysiphe polygoni* DC *ex* Merat.**

El mildeo polvoso (Figura 35) está distribuido en todo el mundo y su crecimiento está favorecido por baja humedad y temperaturas moderadas. El hongo puede prevalecer en un rango muy amplio de condiciones ambientales, causando daño severo si las plantas jóvenes son infectadas; sin embargo, la infección es más notoria en plantas adultas y rara vez produce pérdidas. Inicialmente, los síntomas y signos se presentan como áreas oscuras en las hojas, las cuales posteriormente se cubren de micelio blanco, en la cara superior (Figura 36). Estas manchas superficiales se pueden unir y cubrir en su totalidad la hoja entera con micelio y esporas, presentando una apariencia polvosa. La infección severa puede causar defoliación prematura. Es posible que aparezcan síntomas en el tallo y en las vainas, causando deformación y decoloración café o púrpura (Figura 37). Las esporas pueden presentarse fuera de la semilla, pero la diseminación primaria de esporas ocurre por las corrientes de aire.

Las medidas de control incluyen semilla limpia, aplicación de dinocap o azufre y uso de variedades resistentes. La resistencia es afectada por la existencia de diferentes razas del patógeno.

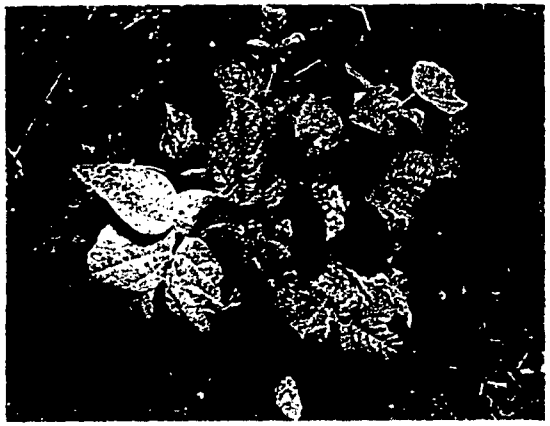


Fig. 35

Fig. 36

Fig. 37

4.10 Roya — Rust

NOTAS

Chahuixtle

Ferrugem

Uromyces phaseoli **(Reben) Wint.**

Uromyces appendiculatus **(Pers.) Unger**

La roya del fríjol está presente en todas las regiones del mundo. La infección de este parásito obligado está favorecida por temperaturas moderadas (18-25°C) y alta humedad relativa. Las esporas de la roya son trasmitidas principalmente por corrientes de aire. Pueden resultar pérdidas severas en la producción si la infección aparece muy temprano, antes de la floración. Los signos y síntomas se presentan como manchas cloróticas o blancas en las cuales se desarrollan pústulas o uredos de color café-rojizas, en el haz y en el envés de la hoja (Figura 38). Una pústula contiene miles de uredosporas cafés, durante la etapa de crecimiento, o teliosporas café oscuros hacia el final del período, especialmente en regiones templadas. Las pústulas pueden estar rodeadas por un halo clorótico o necrótico (Figura 39), dependiendo de la raza del patógeno, de la variedad y de las condiciones ambientales. La infección severa puede causar defoliación prematura. Es posible que también ocurra infección en las vainas (Figura 40).

Las medidas de control incluyen eliminación de residuos de plantas viejas, rotación de cosechas, aplicación de oxicarbosim, benomil o maneb y siembra de variedades resistentes o tolerantes. La resistencia es afectada por la existencia de diferentes razas del patógeno. La Figura 41 ilustra el efecto de la infección de la roya en una variedad resistente y otra susceptible.

Fig. 38

Fig. 39

Fig. 40

Fig. 41

4.11 Carbón — Smut

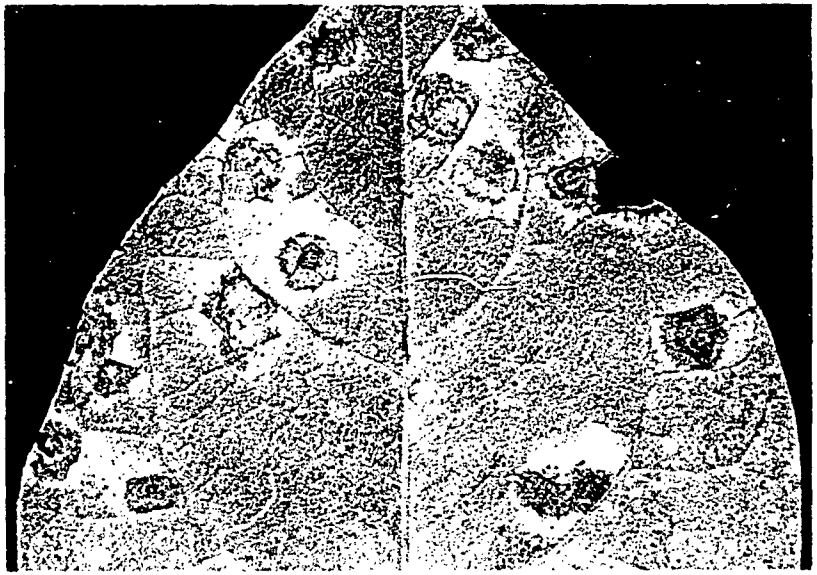
Entyloma petuniae Speg.

NOTAS

El carbón ampollado de la hoja se presenta en muchas regiones de América Central y en las islas del Caribe. Los signos y síntomas en el haz de la hoja se presentan en forma de ampolla o lesión negra-grisácea (Figura 42), la cual contiene masas subepidermales de clamidosporas negras. Con frecuencia, las lesiones son delimitadas por las venas y venillas de la hoja. La infección ocurre inicialmente en la hoja primaria o en las primeras hojas trifoliadas.

Las medidas de control incluyen saneamiento, rotación de cultivos, aplicación de carbosim y desarrollo de variedades resistentes.

Fig. 42



G E GALVEZ I

4.12 Mustia hilachosa — Web blight

NOTAS

Rhizoctonía del follaje

Chasparria

Murcha da teia micélica

Podridão das vagens

Rhizoctonia microsclerotia **Matz.**

Thanatephorus cucumeris **(Frank) Donk**

La mustia hilachosa puede causar severas pérdidas en la producción del cultivo de fríjol, en las tierras tropicales bajas, en donde persisten temperaturas altas y condiciones húmedas. Los signos y síntomas en la hoja comienzan como pequeñas manchas húmedas con apariencia de escaldado, de color verde brillante hacia gris, frecuentemente rodeadas por un borde oscuro (Figura 43). El hongo produce hifas de color oscuro las cuales crecen desde las manchas hacia el follaje no infectado y eventualmente puede cubrir la planta entera con una tela de hifas, si las condiciones ambientales son favorables (Figura 44). Las vainas también pueden ser infectadas por el hongo. Este produce pequeños esclerocios cafés (0,2-0,5 mm de diámetro), los cuales pueden sobrevivir en el suelo. El hongo puede ser portado internamente por la semilla.

Las medidas de control incluyen eliminación de residuos de la planta, rotación de cultivos, semilla limpia, aplicación de benomil y desarrollo de variedades con tolerancia y/o con una estructura abierta de la planta la cual limita la difusión de la enfermedad en el follaje y la planta.

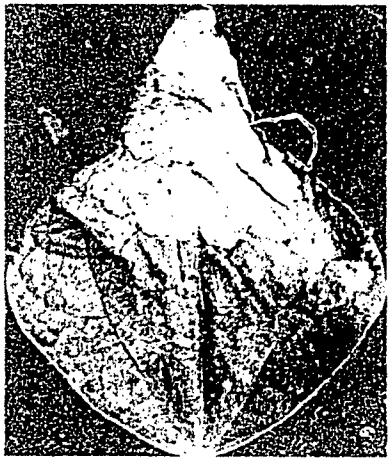


Fig. 43

Fig. 44

4.13 Moho blanco del tallo — White mold

Sclerotinia

Esclerotiniosis

Podredumbre algodonosa

Môfo branco

Murcha de sclerotinia

***Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary**

***Whetzelinia sclerotiorum* (de Bary) Korf and Dumont**

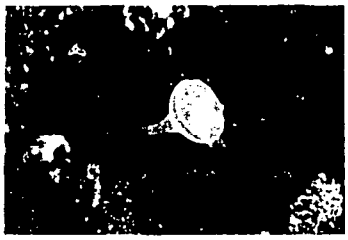
El moho blanco está diseminado por todo el mundo y tiene un amplio rango de hospedantes, el cual incluye la mayoria de las especies hortícolas y muchas malezas. Este hongo se favorece con temperaturas desde moderadas hasta frías, alta humedad y senectud de los tejidos de la planta (Figura 45). Los síntomas y signos de la infección se presentan inicialmente como lesiones de apariencia húmeda, seguidas por un crecimiento algodonoso blanco que envuelve las partes afectadas de la planta, tales como hojas o vainas (Figura 46).

Posteriormente, este tejido infectado se seca, tomando color claro y una apariencia blanquecina. Los esclerocios negros (1-10 mm de diámetro o más) se forman sobre los tejidos infectados unos pocos días después de la infección. Toda la planta puede infectarse pero, generalmente, la infección ocurre en las partes de la planta próximas al suelo. El hongo puede ser portado internamente por la semilla; sin embargo, la diseminación primaria se hace por esclerocios o esporas liberadas por las estructuras reproductivas llamadas apotecios (Figura 47), producidas a partir de esclerocios enterrados en el suelo.

Las medidas de control incluyen rotación de cultivos, aplicación de PCNB, thiophanato o benomil, bajas densidades de siembra y variedades que presenten una adecuada arquitectura de la planta con una estructura abierta y o resistencia o tolerancia.

H. F. SCHWARTZ

H. F. SCHWARTZ



G. A. DOVERGNE

5. Hongos que Afectan la Raíz y el Tallo

NOTAS

5.1 Pudrición gris de la raíz — Ashy stem blight

Podredumbre carbonosa
Podridão cinzenta do caule
***Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ashby**

La pudrición gris de la raíz ocurre en regiones con temperatura moderada a cálida y alta humedad. El hongo es patógeno en fríjol, soya, maíz y otros cultivos. Generalmente, los síntomas aparecen cuando el micelio o los esclerocios del suelo germinan e infectan los tallos de las plántulas o la base de los cotiledones en desarrollo. El hongo produce chancros negros, con márgenes muy definidos, los cuales con frecuencia presentan anillos concéntricos. El meristemo apical se puede morir o el tallo quebrarse. Las infecciones en plantas viejas pueden causar atrofiamiento, clorosis, defoliación prematura, degradación de la raíz y el hipocotilo, y finalmente, muerte de la planta. La infección es, a menudo, más pronunciada en un lado de la planta (Figura 48). Las lesiones posteriores se vuelven grises y frecuentemente contienen pequeños picnidios negros (Figura 49) o esclerocios (Figura 50). La semilla puede portar internamente al hongo.

Las medidas de control incluyen uso de semilla limpia, rotación de cultivos, arada profunda, aplicación de benomil y utilización de variedades resistentes.

Fig. 48

Fig. 50 (2 X)

Fig. 49 (2 X)

5.2 Pudrición seca — Fusarium root rot

NOTAS

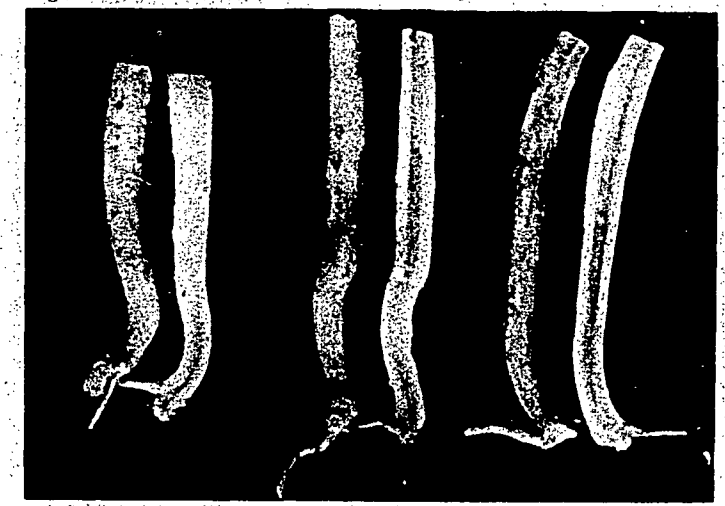
Podridão radicular sêca

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

La pudrición radical por *Fusarium solani* produce lesiones rojizas en la raíz primaria, una o dos semanas después de la germinación. Esta descoloración aumenta en intensidad y extensión y puede cubrir toda la raíz. Después, el color rojo se torna café y pueden aparecer fisuras longitudinales o grietas en el exterior de la raíz principal y extenderse a la superficie del suelo (Figura 51). Con frecuencia, las raíces primarias y laterales mueren por causa del hongo y persisten como residuos secos; sin embargo, se pueden desarrollar raíces secundarias por encima de las lesiones, en la raíz primaria. La raíz principal y la parte baja del tallo pueden infectarse y eventualmente la médula puede ser destruida. En las lesiones viejas, se pueden observar pequeñas masas de conidios verde-azulados. En general, las plantas no mueren por causa del hongo; sin embargo, la producción de la plantación puede disminuir.

Las medidas de control incluyen rotación de cultivos, amplio espacio entre plantas, siembra en suelos sueltos con alta temperatura, uso de productos químicos como thiram, Ceresan o benomil, y siembra de variedades resistentes o tolerantes.

Fig. 51



S. E. BEEBE

5.3 Marchitamiento por Fusarium — Fusarium yellows

NOTAS

Murcha de Fusarium

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

El marchitamiento por *Fusarium oxysporum* produce síntomas que son fácilmente confundidos con aquellos causados por *Fusarium solani*. Sin embargo, la infección por *Fusarium* penetra a través de la raíz y de heridas en el hipocotilo y causa una coloración rojiza del sistema vascular en las raíces (Figura 52), tallos, pecíolos y pedúnculos. Esto ocasiona un amarillamiento de las hojas inferiores, el cual progresa hasta las hojas situadas en lo alto de la planta (Figura 53); las hojas se vuelven amarillas y con frecuencia, envejecen prematuramente. Si la infección se presenta en las plántulas, éstas se atrofian. El hongo puede ser trasportado por medio de esporas localizadas en la parte exterior de la semilla.

Las medidas de control incluyen rotación de cultivos, uso de semilla limpia, aplicaciones de los fungicidas Ceresan o Semesan y utilización de variedades resistentes o tolerantes.

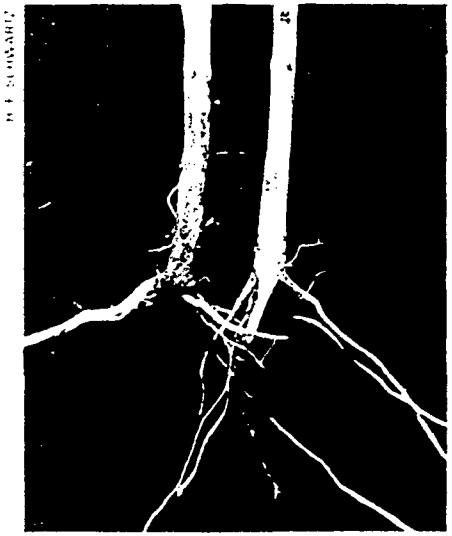


Fig. 52

Fig. 53

5.4 Marchitamiento por Pythium — Pythium root rot

NOTAS

Murcha de Pythium

Pythium aphanidermatum (Edson) Fritz.

Pythium debaryanum Hesse.

Pythium myriotylum Drechs.

Pythium ultimum Trow.

Pythium butleri Gubr.

La pudrición radical por Pythium es causada en realidad por un complejo de especies de *Pythium* sp. Pocas veces produce pérdidas severas en la producción. El hongo puede causar pudriciones en la raíz, en el tallo o en las ramas y "damping-off". Los síntomas iniciales aparecen como áreas humedecidas, alargadas, en la parte más baja del hipocotilo o en las raíces de las plántulas (Figura 54). Estas lesiones cambian de color bronceado a café claro y pueden ser ligeramente hundidas. Puede ocurrir marchitamiento y muerte de plántulas (Figura 55) o de plantas viejas, cuando las condiciones ambientales favorables (alta humedad y temperatura) persisten; ésto permite el desarrollo del hongo y el progreso de la infección hasta las partes altas de la planta. El hongo puede ser portado internamente por la semilla.

Las medidas de control incluyen rotación de cultivos, amplio espacio entre plantas, adecuada aireación del suelo, semilla limpia, aplicación de fungicidas como Ceresan o Busan 72 y utilización de variedades resistentes o tolerantes.

Fig. 54

Fig. 55

5.5 Chancro — Rhizoctonia root rot

NOTAS

Podredumbre del tallo
Pudridão radicular
Tombamento
***Rhizoctonia solani* Kühn**

La pudrición radical causada por *Rhizoctonia* produce síntomas tales como chancros café-rojizos de varios tamaños en el tallo e hipocotilo (Figura 56); puede causar "damping-off" en las plántulas. Los chancros están usualmente delimitados por un borde bien definido y se vuelven ásperos y secos, destruyendo luego la médula. Frecuentemente, la infección prosigue dentro de la médula de la planta dándole una coloración rojo ladrillo (Figura 57). El hongo puede ser portado internamente por la semilla.

Las medidas de control incluyen rotación de cultivos, siembra a poca profundidad, enmiendas orgánicas al suelo, amplio espacio entre plantas, uso de semilla limpia, aplicación de PCNB o chloroneb y utilización de variedades resistentes o tolerantes.

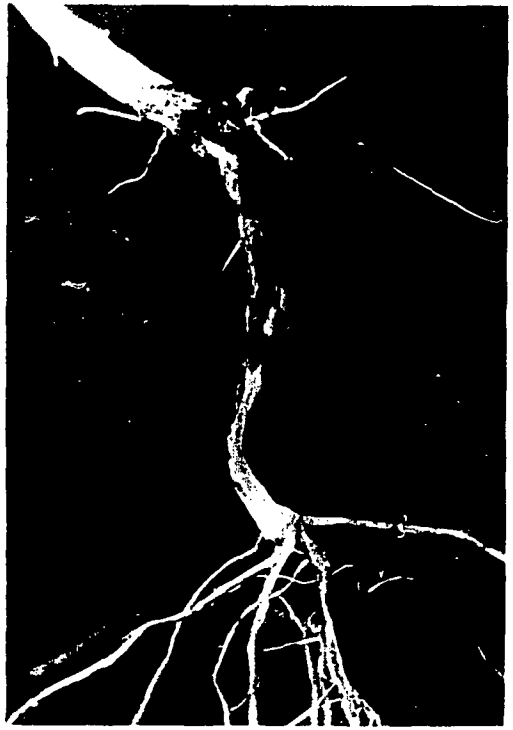


Fig. 56

Fig. 57

5.6 Añublo sureño — Southern blight

NOTAS

Marchitamiento de Sclerotium

Maya blanca

Pudrición húmeda

Mal del esclerocio

Tizón del sud

Murcha de Sclerotium

Podridão do colo

Sclerotium rolfsii **(Curzi) West.**

El añublo sureño tiene un amplio rango de hospedantes y produce síntomas que incluyen lesiones de color café, de aspecto húmedo en el tallo o hipocotilo, inmediatamente debajo de la superficie del suelo (Figura 58). Puede ocurrir un ligero amarillamiento de las hojas inferiores y defoliación prematura. La infección prosigue hacia la raíz principal y destruye la corteza, causando eventualmente el marchitamiento y muerte de la planta si las condiciones ambientales son favorables. La presencia de micelio blanco, el cual se adhiere alrededor de las raíces o del hipocotilo y a las partículas del suelo (Figura 59), es un signo de infección. El hongo también produce esclerocios blancos esféricos pulidos (1-2 mm de diámetro), los cuales se vuelven cafés cuando maduran.

Las medidas de control consisten en rotación de cultivos, aplicación de dicloran y utilización de variedades resistentes o tolerantes.

Fig. 58

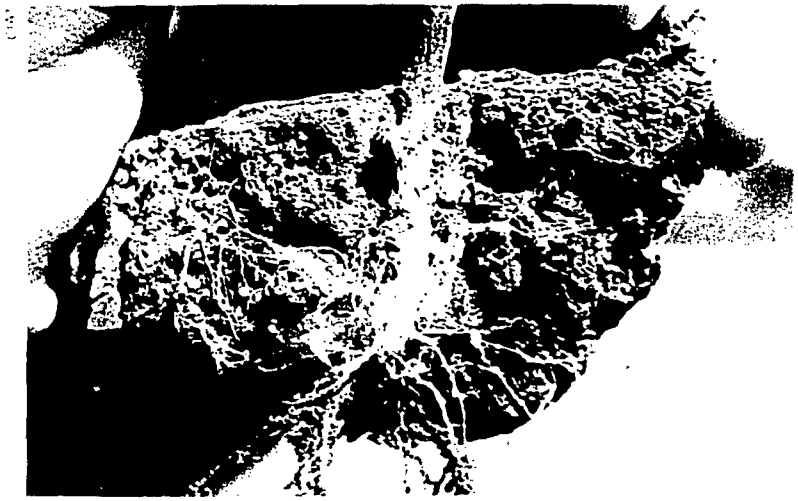


Fig. 59

III. Enfermedades Causadas por Bacterias

NOTAS

6.1 Añublo bacterial común — Common and fuscous blights

Tizón común

Crestamento bacteriano

Xanthomonas phaseoli **(E. F. Sm.) Dows.**

Xanthomonas phaseoli **var.** ***fuscans*** **(Burk.) Starr and Burkh.**

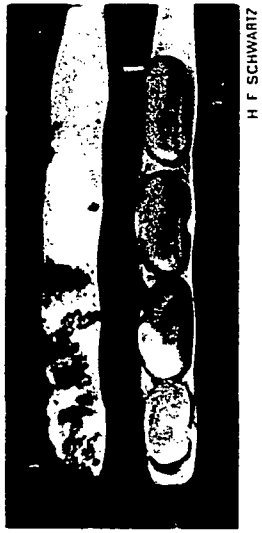
Estas bacterias están distribuidas por todo el mundo y causan graves pérdidas en la producción, especialmente en regiones húmedas, con temperaturas desde moderadas hasta altas. La infección inicial por *Xanthomonas* aparece en forma de puntos acuosos por el envés de la lámina foliar (Figura 60). Estos puntos aumentan de tamaño en forma irregular y las lesiones adyacentes pueden coalescer (Figura 61). Las regiones infectadas se presentan flácidas y están rodeadas por un círculo estrecho de tejido, color amarillo-limón, el cual después se vuelve café y necrótico. Se pueden observar pequeñas gotas de exudado bacterial en las lesiones. Los tallos y vainas también se pueden infectar, produciendo decoloración o daño de la semilla (Figura 62); así se trasmite la bacteria.

Las medidas de control incluyen rotación de cultivos, siembra de semilla libre de bacteria, aplicación de bactericidas (hidróxido de cobre o sulfato de estreptomicina y utilización de variedades tolerantes.

Fig. 60

Fig. 61

Fig. 62



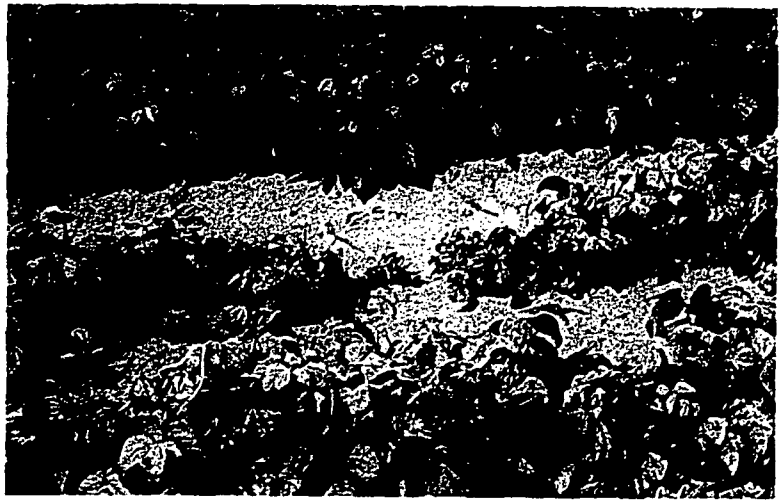
6.2 Añublo de halo — Halo blight

NOTAS

Halo amarillo
Tizón de halo
Crestamento bacteriano aureolado
Crestamento bacteriano de halo
Mancha aureolada
Mancha de halo
***Pseudomonas phaseolicola* (Burk.) Dows.**

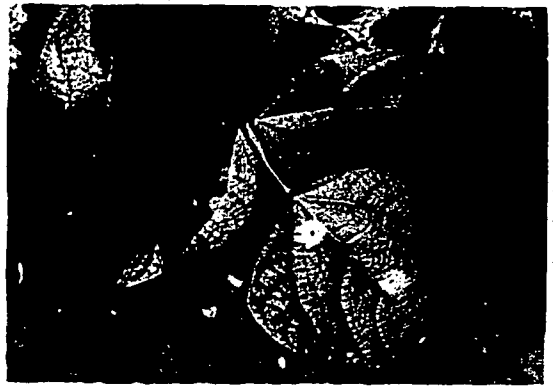
La bacteria causante del añublo de halo (Figura 63) está distribuida por todo el mundo y puede ser un problema serio en regiones con temperaturas frías o moderadas (menos de 28°C). Los síntomas iniciales aparecen de 3 a 5 días después de la infección como pequeñas manchas húmedas, generalmente en el envés de la hoja. Posteriormente, aparece un halo de color amarillo-verdoso alrededor de estas áreas humedecidas (Figura 64) y se puede presentar clorosis sistémica, con amarillamiento y deformación de las hojas, sin aparente infección externa. En las lesiones se puede observar un exudado bacterial de color crema o plateado. Los tallos y las vainas también se pueden infectar, con la posterior trasmisión por medio de la semilla.

Las medidas de control incluyen rotación de cultivos, uso de semilla libre de bacterias, aplicación de bactericidas (hidróxido de cobre o sulfato de estreptomicina) y utilización de variedades tolerantes. La tolerancia es afectada por la existencia de cepas con diferente virulencia.



D J HAGEDORN

Fig. 63



H L BISSONNETTE

Fig. 64

IV. Enfermedades Causadas por Nemátodos

NOTAS

7.1 Nemátodos de los nódulos radicales Root knot nematode
Galhas das raízes
Meloidogyne incognita **(Kofoid and White) Chitwood**
Meloidogyne javanica **(Treub) Chitwood**

7.2 Nemátodos de las lesiones radicales Lesion Nematode
Lesiones por nemátodos
Pratylenchus scribneri **Steiner.**

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

Las plantas infectadas por nemátodos que producen agallas de la raíz, se atrofian; durante las horas más calurosas del día muestran amarillez y marchitamiento. Al examinar el sistema radical de una planta infectada se notan numerosos alargamientos o agallas (1-15 mm de diámetro o más), en los cuales se localizan los nemátodos (Figura 65, lado izquierdo). Estas agallas interfieren en la capacidad de la planta para obtener humedad y nutrimentos del suelo, reduciendo significativamente la producción. La Figura 66 (lado derecho) muestra los efectos negativos del proceso de absorción de nutrimentos por la planta, debido a lesiones en la raíz causadas por nemátodos.

Las medidas de control para las agallas de la raíz y otras lesiones causadas por nemátodos incluyen rotación de cultivos, tratamiento químico del suelo con carbofuran, nemacur o ethoprop y desarrollo de variedades con resistencia o tolerancia.

J E WYATT

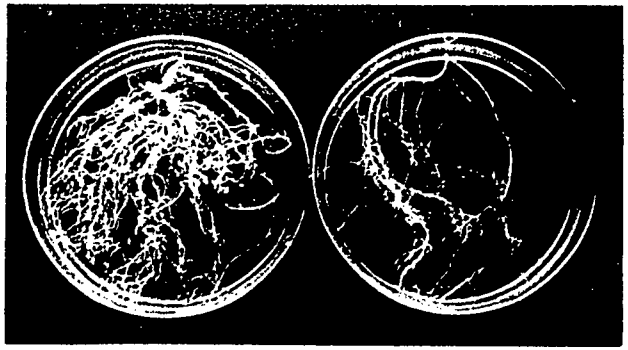


Fig. 65

G S ABAWI

Fig. 66

V. Patología de la Semilla

8.1 Producción de semilla limpia — Clean seed production

Muchos hongos, bacterias y virus fitopatógenos se trasmiten sobre o dentro de la semilla de fríjol utilizada por los agricultores para la producción de cultivos (Figura 67). Estos patógenos pueden sobrevivir por largos periodos de tiempo en la semilla y luego, infectar y destruir la plántula germinada (Figura 68) o sobrevivir como epífitos en la planta en desarrollo, hasta que las condiciones ambientales sean favorables para la infección en la época de crecimiento. El tiempo de almacenamiento de la semilla, la germinación y el vigor de las plántulas, y el rendimiento de la cosecha pueden ser seriamente afectados por estos patógenos. Hay tres medidas principales de control, las cuales pueden ser efectivas para reducir los efectos de trasmisión de estos patógenos por semilla:

1. La siembra de variedades que sean resistentes o tolerantes a la infección por patógenos, prevendrá su propagación y asegurará la producción de semilla limpia. Sin embargo, las variedades que son tolerantes a la infección pueden, en algunos casos, trasmitir patógenos por semilla los cuales proveerían inóculo para infectar variedades susceptibles; esta semilla infectada podría ser utilizada si se somete a una o ambas de las siguientes medidas.

2. Existen en el mercado productos químicos que pueden servir para tratar la semilla y destruir hongos patógenos y bacterias presentes sobre o dentro de la semilla. Algunos de estos productos son sistémicos y por lo tanto, pueden penetrar la envoltura de la semilla y destruir contaminantes internos, mientras que otros productos solamente desinfectan la semilla por fuera. También, los productos químicos son utilizados para proteger la semilla producida en el campo. Las aplicacio-

Fig. 67

Fig. 68

nes foliares, durante la estación de crecimiento y especialmente en la formación y madurez de la vaina, reducen la incidencia de la infección en las vainas y la contaminación de las semillas.

3. Es posible producir con facilidad semilla limpia en áreas en donde los patógenos no existan o las condiciones ambientales no sean favorables para el desarrollo de los mismos; sin embargo, esta posibilidad requiere costos adicionales de producción y un sistema eficiente para distribuir la semilla limpia a los agricultores. Es posible reducir la incidencia de enfermedades por trasmisión de patógenos o la semilla producida por los agricultores si se siguen las siguientes indicaciones:

H. F. SCHWARTZ

Fig. 69

NOTAS

a. Cosechar temprano la semilla con el fin de reducir el período durante el cual hay mayor exposición a agentes patógenos y contaminantes secundarios (Figura 69).

b. Cosechar solamente las vainas que no están en contacto con el suelo.

c. Cosechar solamente aquellas vainas que se desarrollaron en plantas que obviamente no fueron infectadas por organismos patógenos durante la etapa de crecimiento de la planta.

d. Seleccionar la semilla visualmente, eliminando todos los granos dañados o decolorados.

B. Insectos Dañinos

Introducción

El cultivo de fríjol puede ser atacado por muchas plagas insectiles, las cuales causan defoliación y pérdidas en vainas, semillas y plantas. También, existen plagas que ocasionan pérdidas en el almacenamiento. En América Latina, el fríjol, con frecuencia, es sembrado en asociación con otros cultivos y en diversos ambientes, lo cual estabiliza la población de insectos y contribuye a mantener un equilibrio entre las plagas y sus agentes de control biológico. La planta de fríjol tiene un período de crecimiento relativamente corto; esta circunstancia permite que, con frecuencia, la planta escape del daño ocasionado por las plagas, antes de que éstas alcancen altos niveles; así, las pérdidas en producción no serán muy serias.

Sin embargo, frecuentemente surgen complicaciones por diferentes causas, como lo son: prácticas culturales que favorecen fuertes ataques insectiles; cultivos demasiado seguidos; falta de cambio de variedades utilizadas; políticas de aplicación de pesticidas que no se ajustan a la realidad del agricultor; destrucción de los agentes de control biológico natural, o bien, estímulo para que las plagas desarrollen resistencia a estos productos. Algunas plagas insectiles están ampliamente diseminadas por América Latina, mientras que otras se presentan en áreas restringidas.

En las páginas siguientes de esta publicación se presenta información sobre algunas plagas que son más frecuentes en los cultivos de fríjol en América Latina.

9. Insectos que Atacan las Plántulas

NOTAS

9.1 Grillos	Crickets
Ciempiés	Millipedes
Grillotopos	Molecrickets
Hormigas	Ants
Gallinaciegas	White grubs
Gusano manteco	
Mojojoi	
Chizas	

Hay muchos insectos y otros artrópodos que esporádicamente atacan los cultivos de fríjol, durante y después de la germinación de la planta. En general, la propagación de estos insectos es imprevisible y causan daños serios solamente en raras ocasiones.

Los grillos causan la separación de las hojas primarias o puntos de crecimiento de los tallos (Figura 70), mientras que los grillotopos y las gallinaciegas (Figura 71) se alimentan de las partes de la plántula que están debajo de la superficie, causando su muerte. Los ciempiés y las hormigas destruyen la semilla durante la germinación.

Las medidas de control incluyen el uso de cebos tóxicos para combatir los insectos localizados cerca de la base de las plantas. Estos cebos, aplicados por la tarde, se hacen con aserrín, harina de maíz o trigo, miel de purga con venenos como trichlorfon o disulfoton.

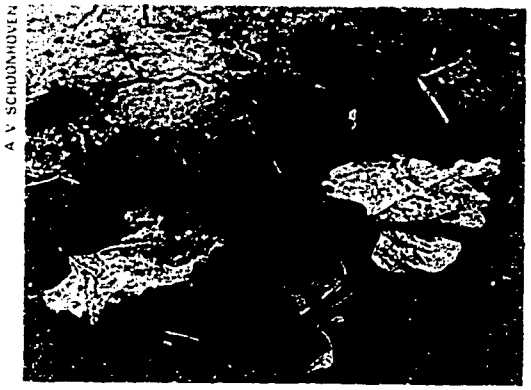


Fig. 70

Fig. 71

9.2 Trozadores — Cutworms

Cortadores

Nocheros

Rosquillas

Lagarta militar

Lagarta rosca

Agrotis ipsilon Hüfnagel

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith)

Spodoptera eridania (Cramer)

Las larvas de algunas especies de mariposas nocturnas pueden dañar las plántulas de fríjol. Comúnmente, las larvas son de color café-grisáceo y se encuentran en la base de la planta, a pocos centímetros de profundidad del suelo. La hembra adulta deja sus huevos durante la noche, sobre las plántulas o en la materia orgánica en el suelo. Subterráneamente, la larva se alimenta del tallo de las plántulas o del hipocotilo; al alimentarse, separa la raíz del tallo causando el marchitamiento y muerte de la planta (Figura 72). Por este motivo y especialmente en áreas húmedas, ocurren grandes pérdidas de plántulas. Las plantas más maduras pueden sufrir estrangulación del tallo (Figura 73), lo cual ocasiona su marchitamiento (Figura 74) o su quebradura por el viento. Este daño se confunde con el de infección de la raíz por hongos.

Los cebos tóxicos son efectivos como medidas de control. Con frecuencia, la preparación adecuada del suelo y la remoción de los desechos de cultivos anteriores, reducen la propagación de estas plagas. Normalmente, el control químico preventivo no es factible debido a que los ataques de estas plagas no son frecuentes y no se pueden anticipar.

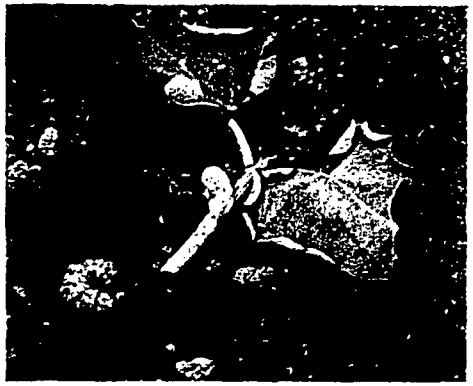


Fig 72

Fig 71

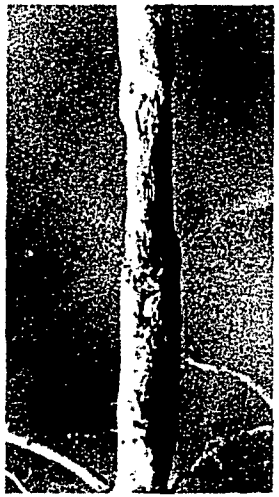


Fig 73

9.3 Coralillo — Lesser corn stalk borer

NOTAS

Barrenador del tallo

Elasmo

Lagarto elasmo

Elasmopalpus lignosellus **(Zeller)**

El barrenador del tallo del maíz también ataca al fríjol y puede ser un problema serio, especialmente en Perú y Brasil. La larva es de color gris (Figura 75); penetra en el tallo justamente debajo de la superficie del suelo y barrena hacia arriba, dentro de la planta, causando su muerte (Figura 76). El adulto pone sus huevos en el suelo o en las hojas y la larva forma una cámara pupal en el suelo, pegada al tallo.

Este insecto se controla limpiando el campo por un período de tiempo largo y aplicando riegos abundantes. El control químico con metamidofos, monocrotofos o carbofurán debe ser aplicado a la semilla o a los sitios de emergencia de las plántulas.

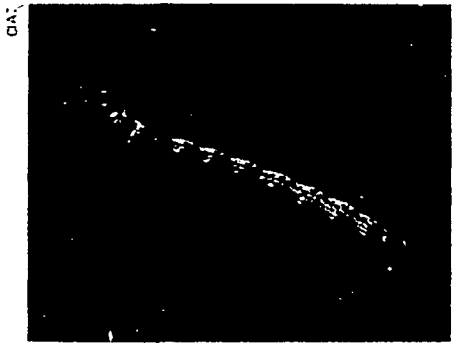


Fig. 75 (1.5 X)

Fig. 76

9.4 Mosca de la semilla — Seedcorn maggot

NOTAS

Mosca de la raíz
Gusano de la semilla
Hylemya cilicrura (Rondani)
Hylemya liturata Meigen

La mosca de la semilla reduce significativamente la densidad de las plantas, en áreas con temperaturas moderadas, tales como las que existen en ciertas zonas de Chile y Méjico. La larva (un gusano blanco) ataca las semillas en germinación en el punto de crecimiento (Figura 77) y detiene la germinación o deforma las plántulas (Figura 78). La larva también puede penetrar en el tallo de la plántula. Las hembras adultas son semejantes a la mosca común; depositan sus huevos en suelos húmedos, recientemente removidos y con mucha materia orgánica.

En plantaciones tardías, el control es fácil de hacer cuando la temperatura del suelo es más alta y las semillas germinan rápidamente; por lo tanto, reducen el tiempo de exposición al ataque. Los productos químicos carbofurán o diazinon y las variedades resistentes son igualmente efectivas.

Fig. 77

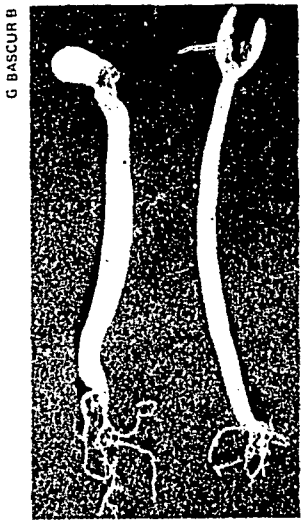


Fig. 78

10. Insectos Comedores del Follaje

NOTAS

10.1 Gusano peludo — Caterpillars

Pego hojas

Telarañero

Falso medidor

Gusano cabezón

Gusano fósforo

***Estigmene acrea* (Drury)**

***Hedylepta indicata* (F.)**

***Trichoplusia ni* (Hübner)**

***Urbanus proteus* (L.)**

Algunas especies de lepidópteros causan defoliación en las plantas de fríjol. A consecuencia de esta defoliación, en general, la producción no es afectada. Las larvas jóvenes de *E. acrea* varían de color, viven agregadas (Figura 79) y pueden ser reconocidas por su pilosidad (Figura 80). Las larvas de *Urbanus proteus* son fáciles de identificar por su cabeza grande, en forma de cápsula café-rojiza (Figura 81). La larva vive en las secciones dobladas de la hoja (Figura 82). La larva de *Hedylepta* sp. es de color verde y se alimenta del tejido de parénquima, en las hojas que aparecen entrelazadas entre sí (Figura 83). Las larvas de *Trichoplusia* son de color verde pálido. Las larvas son más dañinas atacando las vainas y así, reducen la producción de la planta (Figura 84).

Los parásitos de los estados larvales efectúan el control biológico en niveles significativos; sin embargo, al aplicar insecticidas de amplia acción, este control biológico puede perderse. La bacteria *Bacillus thuringiensis* es efectiva para controlar las larvas.

Los parásitos de los huevos (*Trichogramma*) pueden ser liberados en campos infestados. El control químico con Thiodan es efectivo, pero, usualmente, no es necesario y puede eliminar el control natural.

Fig. 79

Fig. 80

Fig. 83

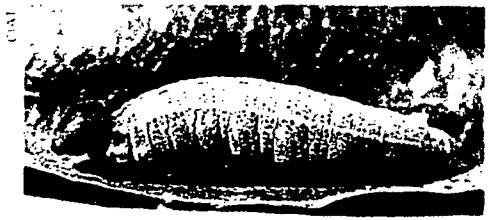


Fig. 81

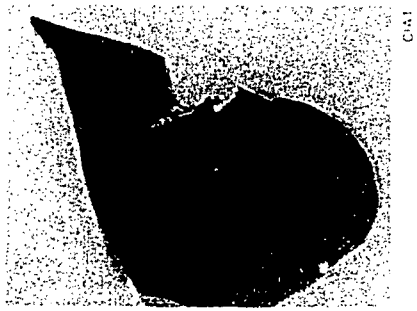


Fig. 82

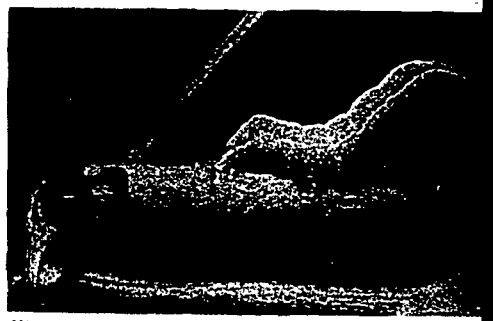


Fig. 84

10.2 Crisomélidos — Chrysomelids

NOTAS

Cucarroncitos de las hojas
Diabróticas
Doradillas
Tortuguillas
Vaquitas
Vaquinhas
Cerotoma facialis **(Erichson)**
Diabrotica balteata **LeConte**
Neobrotica **sp.**

Los adultos de los crisomélidos varían de color, según su especie (Figura 85). Todos ellos tienen, más o menos, 1 cm de largo. Estos insectos están ampliamente distribuidos en todas las regiones productoras de fríjol; pueden trasmitir el virus del mosaico rugoso del fríjol. Los adultos causan defoliación durante todo el ciclo de crecimiento del fríjol, aunque las plantas toleran un cierto nivel de daño sin causar pérdida significativa en la producción. El daño causado a las plántulas es más severo (Figura 86). También, puede ocurrir daño a las flores y a las vainas. Las larvas se alimentan de las raíces y nódulos, dejando marcas o perforaciones, en el sitio en que se alimentan (Figura 87). Las larvas que atacan la semilla en germinación causan daño a las hojas cotiledonales, parecido al que hacen los adultos. Las plantas que presentan daño severo en la raíz, causado por las larvas, se atrofian y las hojas basales se tornan de color amarillo con envejecimiento prematuro.

Los insectos adultos se pueden controlar con aplicaciones foliares de algunos insecticidas como carbaryl o diazinon y las larvas, con aplicaciones en bandas de carbofurán.

Fig. 85 (1.5 X)

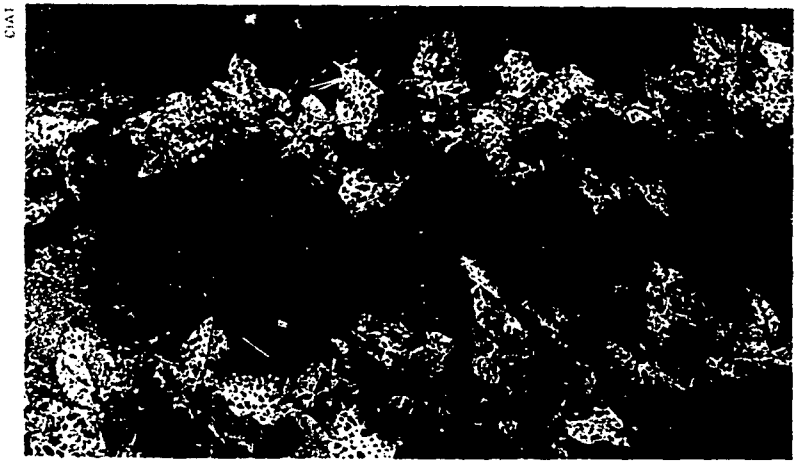


Fig. 86

Fig. 87 (2.5 X)

10.3 Conchuelas — Mexican bean beetles

Epilachna varivestis Mulsant

En muchas regiones de Centro y Norteamérica, la conchuela es una plaga seria del frijol. Los adultos son de color cobre, con 16 manchas negras en la parte superior del abdomen; miden 5 mm de largo (Figura 88). Las larvas son amarillas y cubiertas con espinas ramificadas (Figura 89). Los adultos y las larvas causan una seria defoliación. Los adultos se alimentan de toda la hoja, mientras que las larvas lo hacen solamente del envés, dejando casi siempre intacta la epidermis superior. La larva mastica y comprime el tejido de la hoja, pero solamente chupa los jugos de la planta. También, las larvas pueden afectar los tallos y las vainas jóvenes. Las larvas se adhieren a la hoja y así empupan. Los adultos pegan sus huevos, de color amarillo-naranja, al envés de la hoja.

Las medidas de control incluyen: limpieza de residuos de cultivos anteriores e incorporación profunda de desechos de plantas, baja densidad de plantas y utilización de variedades resistentes. El control químico con carbaryl, disulfotón o malatión puede ser combinado con la primera aplicación contra el ataque de *Apion*.

Fig. 88 (1.5 X)

Fig. 89 (2.5 X)

10.4 Minadores — Leafminers

Agromyza sp.

Liriomyza sp.

Con frecuencia, los minadores son abundantes, pero generalmente no reducen la producción. El daño que causan las larvas tiene forma de túneles serpenteados (Figura 90). La pupa puede encontrarse adherida a la hoja (Figura 91).

Las medidas para controlar este insecto no se justifican económicamente.

10.5 Babosas — Slugs

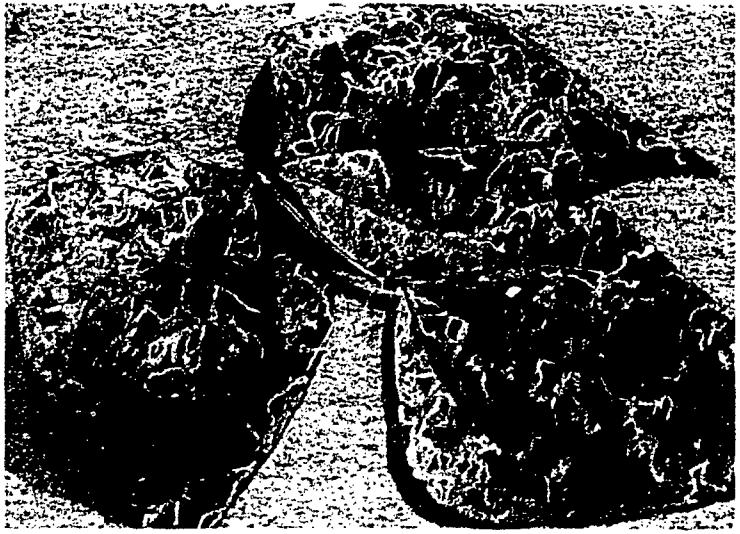
Lesmas

Vaginulus plebejus Fisher

Limax maximus (L.)

Las babosas no son insectos; son moluscos de cuerpo suave y húmedo que pueden medir hasta 10 cm (Figura 92). Causan seria defoliación al cultivo de fríjol, principalmente en El Salvador y Honduras. Las babosas adultas hermafroditas depositan masas de huevos, en ambientes húmedos, en lugares cubiertos, 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 la basura de las plantas y malezas durante el día.

El control incluye la remoción de las malezas del campo y de los bordes a fin de que no alberguen las babosas, así como los residuos de plantas. También se recomienda el uso de cebos tóxicos.



A V SCHOLMOVA

Fig. 90

CIAT

Fig. 92

CIAT

Fig. 91 (2.5 X)

11. Insectos Chupadores

NOTAS

11.1 Afidos — Aphids

Pulgones
Afidios
Pulgão do feijoeiro
Aphis gossypii Glover
Aphis medicaginis Koch
Brevicoryne brassicae (L.)

Varias especies de áfidos atacan las plantas de fríjol. Rara vez su presencia causa daño directo a la planta, pero, algunas especies son capaces de trasmitir partículas del virus del mosaico común o del mosaico amarillo. Los áfidos son pequeños (2 mm), y según la especie, de color verde-negro (Figura 93). Estos insectos pueden tener alas o carecer de ellas, según la edad y la densidad de la población insectil. Las poblaciones de áfidos se incrementan rápidamente puesto que los adultos se reproducen frecuentemente con hembras jóvenes.

Las medidas de control incluyen predatores tales como coccinélidos y larvas de dípteros (syrphidos), y la aplicación de productos químicos (malatión o pirimicarb).

Fig. 93. (5 X)

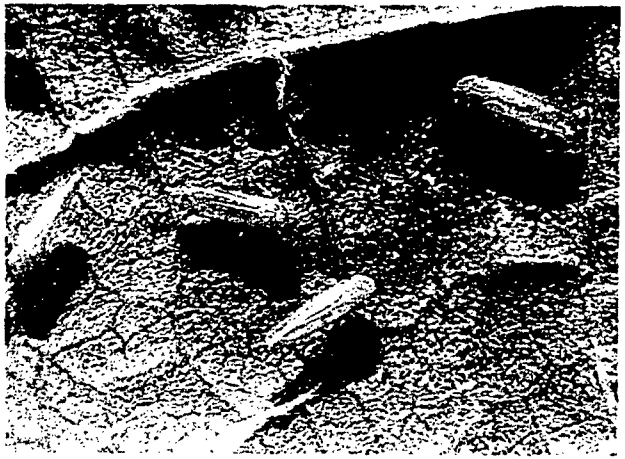
11.2 Chicharritas — Leafhoppers

NOTAS

Lorito verde
Cigarra
Saltahojas
Cigarrinha verde
***Empoasca kraemeri* Ross and Moore**

Económicamente, el saltahojas es en América Latina una de las plagas más importantes del fríjol; frecuentemente causa la pérdida completa de la cosecha. El adulto mide 3 mm (Figura 94). Las ninfas, como los adultos, son de color verde pálido (Figura 95) y se alimentan de la superficie inferior de la hoja y de los pecíolos. El daño del saltahojas es notorio en las hojas, las cuales presentan sus bordes de color amarillo y se acopan o enroscan hacia abajo (Figura 96). Las plantas se atrofian y presentan apariencia enana. La planta de fríjol es más sensible al ataque del saltahojas durante la época de floración.

Las medidas de control incluyen: la siembra durante la estación húmeda, el uso de coberturas del suelo, los cultivos asociados y la utilización de variedades resistentes. El control químico se puede efectuar mediante tratamientos de la semilla con insecticidas sistémicos, aplicación de insecticidas granulados a la siembra o de insecticidas aplicados al follaje como carbaryl, monocrotofos o dimetoato.



A. V. SCHOOLHOVER

Fig. 91 (6 X).

Fig. 95 (6 X).

A. V. SCHOOLHOVER.

Fig. 96

11.3 Acaros — Mites

Arañita roja — Red spider mite
Acaro rajado
***Tetranychus desertorum* Banks**
***Tetranychus urticae* Koch**

Acaro blanco — Tarsonemid mite
Acaro branco
Acaro tropical
***Polyphagotarsonemus latus* Banks**

Los ácaros, aunque no son insectos, frecuentemente causan daños significativos a los cultivos de fríjol pero pueden ser peligrosos, durante la estación seca, si se hacen aplicaciones frecuentes de plaguicidas. La arañita roja es visible en el envés de la hoja y se reconoce por pequeñas manchas rojas o cafés en su abdomen (Figura 97). Su daño se observa como puntos blancos que se extienden por el haz de la hoja (Figura 98). La alimentación continua de estos insectos hace que la hoja se vuelva de color café herrumbroso y las hojas se cubran con telaraña (Figura 99).

El ácaro blanco es pequeño, verde pálido y no es visible sin la ayuda de lentes de aumento. Este ácaro hace que los bordes de las hojas jóvenes se enrollen hacia arriba (Figura 100); con frecuencia el follaje de la planta exhibe una coloración púrpura-rojiza en el envés de la hoja (Figura 101). La continua alimentación de estos insectos causa amarillamiento de las hojas, prematura defoliación y coloramiento de las vainas.

Las medidas de control contra la arañita roja incluyen: la siembra en estación húmeda, fechas uniformes de siembra, variedades resistentes y el cuidadoso uso de productos químicos como tetradifon, metamidofos o forate. El ácaro blanco se controla con productos químicos como carbaryl, monocrotofos, endosulfan o azufre.

CIAT

Fig. 97 (2.5 X)

CIAT

Fig. 98

A V SCHOONHOVEN

Fig. 99

Fig. 100

CIAT

Fig. 101

CIAT

11.4 Moscas blancas — Whiteflies

NOTAS

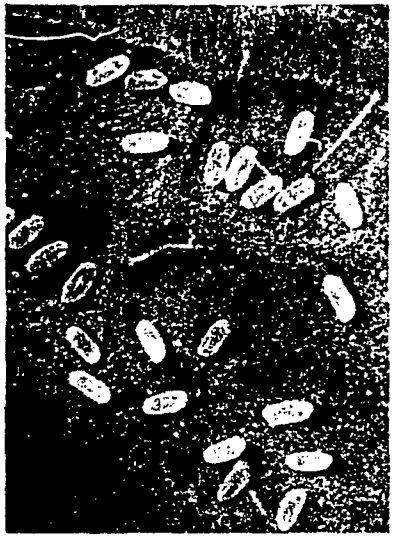
Môscas brancas

Bemisia tabaci Glennadius

Trialeurodes vaporariorum (Westwood)

Algunas especies de moscas blancas atacan las plantas de fríjol. Pocas veces causan daño directo a la planta, pero algunas especies trasmiten partículas del virus del mosaico dorado y del moteado clorótico. Los adultos son pequeños insectos blancos (Figura 102), los cuales miden de 2-3 mm de largo y vuelan a menudo formando una nube, después de tocar la planta. Los huevos son oblongos, color verde pálido y adheridos a la parte inferior de la hoja (Figura 103).

Las medidas de control incluyen predatores, parásitos y aplicación de productos como oxydemeton-metil, monocrotofos, forate o aldicarb.



12. Insectos que Atacan la Vaina

NOTAS

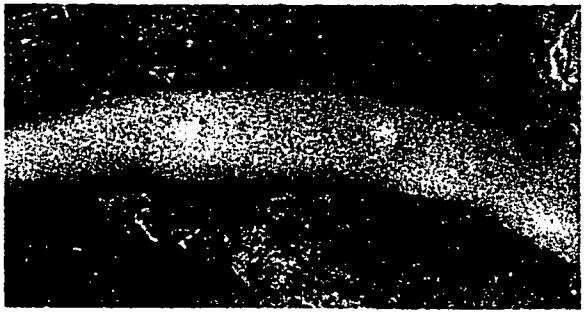
12.1 Picudo de la vaina — Bean pod weevil

Picudo del ejote

***Apion godmani* Wagn.**

El picudo de la vaina es una plaga seria en América Central y puede causar el completo fracaso de la cosecha. El adulto es un cucarrón negro que mide casi 2 mm; se alimenta de las flores y de las vainas tiernas pero esta alimentación no causa daño considerable a las plantas. La hembra adulta hace un hueco pequeño en el mesocarpio de las vainas en formación y allí deposita un huevo sobre la semilla en desarrollo. Este punto se identifica por la presencia de una cicatriz blanca en la vaina en desarrollo (Figura 104). La larva, blanca y redondeada, mide unos pocos milímetros. Se alimenta de la semilla en desarrollo, la cual sirve como una cámara de alimentación (Figura 105). El hilo de la semilla queda intacto. La larva empupa en las vainas y los adultos emergen cuando las vainas se aproximan a la madurez.

Las medidas de control incluyen: siembra en América Central en el mes de mayo, uso de variedades resistentes y la aplicación de productos químicos como carbofurán, carbaryl o monocrotofos.



A V SCHOONHOVEN

Fig. 104

A V SCHOONHOVEN

Fig. 105

12.2 Polilla del fríjol
Barrenador de la vaina
Epinotia opposita Heinrich

Epinotia sp. son lepidópteros barrenadores de la vaina los cuales tienen importancia en Perú, Chile y Brasil. Las larvas jóvenes son verdes mientras que las adultas son rosadas. La larva empuja masas de excremento negro fuera de sus túneles larvales sobre la superficie de la planta. La larva se alimenta de capullos terminales o laterales (Figura 106), o perfora los tallos y vainas. Pudriciones secundarias acompañan a menudo el daño por el ataque de estos barrenadores a las vainas.

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

A. V. SCHOOMAKER

Fig. 106

12.3 Heliothis

Helotero

Bellotero

Yojota

Heliothis virescens (F.)

Heliothis zea (Boddie)

Corn ear worm

Heliothis sp. causa daños severos, esporádicos y difíciles de controlar. Las larvas son de color amarillo-verdoso, con bandas longitudinales, de color café-rojizo. Los adultos depositan sus huevos en las hojas jóvenes; las larvas se alimentan de las flores y semillas en desarrollo dentro de las vainas, perforando la pared de éstas, directamente encima de la semilla (Figura 107). La larva no perfora un túnel por dentro de la vaina; para pasar a otras semillas hace nuevas perforaciones. La pudrición secundaria destruye las semillas sobrantes.

Como medidas de control están: la liberación de *Trichogramma* parásito de huevos, aplicaciones con el patógeno bacterial *Bacillus thuringiensis* contra las larvas jóvenes y de insecticidas químicos como monocrotofos o metomyl. La dificultad de su control químico se atribuye al nivel de resistencia a insecticidas que esta especie ha acumulado.

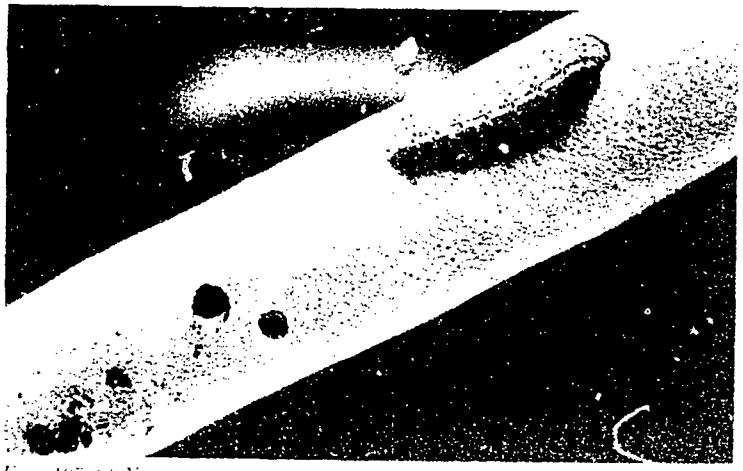


Fig. 107 G X

12.4 Otros barrenadores de las vainas — Other pod borers

Maruca testulalis (Geyer)

Laspeyresia leguminis (Heinrich)

NOTAS

En muchas áreas productoras de fríjol en América Latina existen otros insectos barrenadores de las vainas. *Maruca* sp. deposita sus huevos cerca o sobre la flor, hojas jóvenes y vainas. El daño ocurre como barrenador de la vaina, seguido por pudrición secundaria. *Laspeyresia* sp. causa daño similar al de *Epinotia;* sin embargo, generalmente une las vainas por medio de una malla o tejido. Las adultas de *Laspeyresia* depositan sus huevos sobre las vainas en las cuales penetran las larvas jóvenes, destruyendo luego las semillas (Figura 108). A diferencia de la larva de *Heliothis*, la larva de *Maruca* se queda viviendo dentro de la vaina.

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

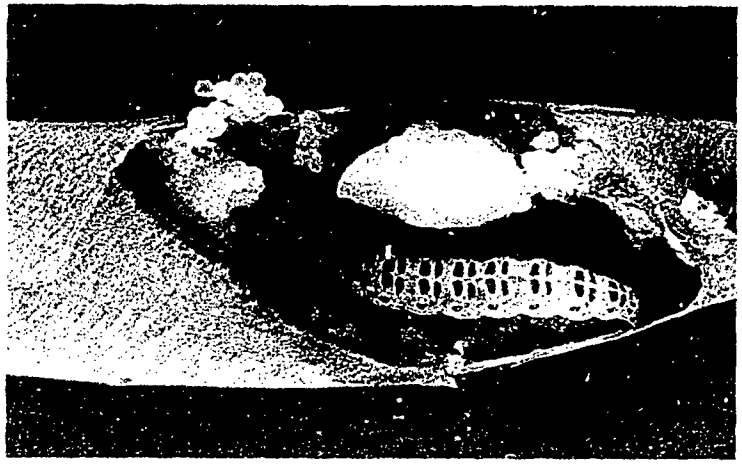


Fig. 108 (3 X)

13. Insectos de Granos Almacenados

NOTAS

13.1 Gorgojo

Bruchids

Gorgojo común del fríjol

Carunchos

Gorgulho de feijão

***Acanthoscelides obtectus* (Say)**

Acanthoscelides obtectus es el principal insecto de los granos almacenados en las regiones templadas y altas de América Latina, incluyendo países como Argentina, Chile y Méjico que tienen latitudes mayores. Los adultos son de color gris-café y miden 3 mm (Figura 109). Las hembras diseminan los huevos entre la semilla almacenada o bien infestan el fríjol en el campo, en donde ponen sus huevos en grietas o heridas de las vainas en desarrollo. Luego, las larvas jóvenes penetran en la semilla dentro de la cual se alimentan y se empupan. Antes de empupar, la larva forma una ventana circular en la parte inferior de la testa. Después del empupamiento, el insecto adulto empuja o corta este tejido para salir de la semilla y repite el ciclo de oviposición inmediatamente después de la emergencia.

Las medidas de control incluyen espolvorear los granos almacenados con materiales inertes tales como sílice cristalina, arcilla o carbonato de magnesio, o proteger la semilla almacenada con productos químicos, como fosfuro de aluminio o piretrina. Se puede también proteger la semilla con aceites vegetales. Se recomienda además el uso de variedades resistentes.

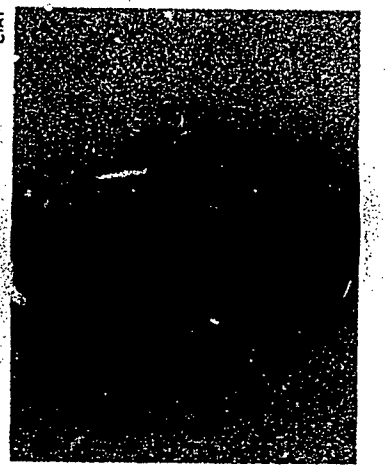


Fig. 105 (3 X)

13.2 Gorgojo pintado — Bruchids

NOTAS

Caruncheo
Gorgulho de feijão
***Zabrotes subfasciatus* Boheman**

En las regiones cálidas de los trópicos, generalmente bajo 1500 m de altura, *Zabrotes subfasciatus* es el principal insecto de los granos almacenados. Las hembras adultas son de color gris-café, con cuatro manchas de color más claro en el abdomen. Los machos adultos tienen la mitad del tamaño de las hembras y todos son de color gris-café. Las hembras de *Zabrotes*, adhieren los huevos firmemente a la semilla (Figura 110) y las larvas jóvenes, después de eclosionar, penetran la semilla. El resto del ciclo de vida es similar al del *Acanthoscelides obtectus*.

Las medidas de control incluyen el almacenamiento del fríjol dentro de vainas y el tratamiento de la semilla con aceites vegetales o productos químicos como fosfuro de aluminio o piretrinas.

Fig. 110 (1X)

C. Desórdenes Nutricionales

Introducción

En América Latina, el fríjol crece en tipos de suelos muy diferentes: en algunos de ellos, las deficiencias y toxicidades nutricionales pueden limitar los rendimientos. Por ejemplo, en América Central y en el occidente de América del Sur, los fríjoles generalmente 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 micronutrientes. 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 limitativos de la producción aunque también puede ocurrir la deficiencia de zinc.

Si bien el fríjol extrae del suelo cantidades relativamente altas de nitrógeno

y de potasio, el problema nutricional más común es el de la deficiencia de fósforo. La deficiencia de nitrógeno también puede limitar seriamente la producción en los suelos con bajo contenido de materia orgánica o en aquellos en donde la fijación biológica de nitrógeno no se lleva a cabo eficientemente debido a altas temperaturas o a restricciones del suelo. La deficiencia de potasio rara vez ocurre en América Latina; en cambio, el fríjol es sumamente susceptible a la toxicidad de aluminio/manganeso la cual ocurre frecuentemente en suelos ácidos. En cuanto a los microelementos, las deficiencias de boro y zinc son comunes en suelos con pH alto o en suelos con un bajo contenido en minerales.

El diagnóstico de los problemas nutricionales del fríjol, por lo general, se hace mediante el uso de técnicas como el análisis del suelo, el análisis de los tejidos y la observación visual de los síntomas. También, la aplicación directa de uno o varios elementos al suelo o al follaje es una ayuda valiosa para identificar el o los elementos que están limitando el crecimiento de la planta.

14.1 Toxicidad de aluminio (Al)
Toxicidade de aluminio

Aluminum toxicity

NOTAS

La toxicidad por aluminio ocurre en extensas áreas latinoamericanas que tienen suelos ácidos Oxisoles, Ultisoles e Inceptisoles. El fríjol es muy susceptible a la toxicidad por aluminio y generalmente, en los suelos que presentan este problema, no hay buena producción si no se hacen aplicaciones de cal. La producción de fríjol es afectada si la saturación de aluminio es mayor a un 25-30 por ciento de la capacidad de intercambio catiónico. La toxicidad por aluminio produce crecimiento atrofiado y necrosis a lo largo de los márgenes de la hoja (Figura 111). Bajo condiciones severas, la necrosis afecta todas las hojas y la planta muere (Figura 112, lado izquierdo).

La toxicidad por aluminio se controla con aplicaciones de cal agrícola, aunque también se puede usar la cal dolomítica. Por ejemplo, en la Figura 113, se puede apreciar el efecto de la aplicación de seis toneladas de cal ha en un suelo ácido derivado de cenizas volcánicas. Las aplicaciones de Escorias Thomas y de rocas fosfóricas pueden reducir también la toxicidad por aluminio, mientras que los fertilizantes acidificantes, como el sulfato de amonio y la úrea, pueden agravar el problema.

Fig. 111

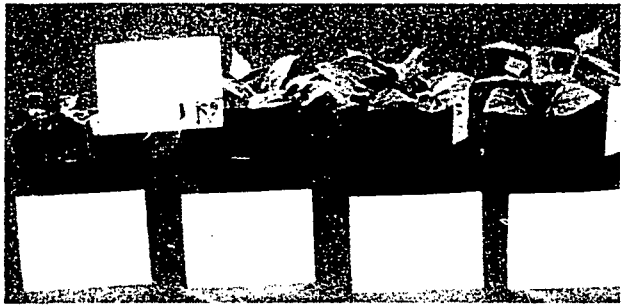


Fig. 112

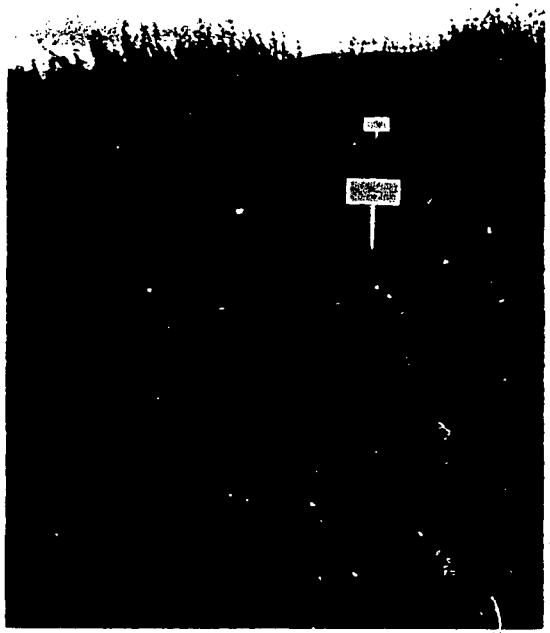


Fig. 113

14.2 Deficiencia y toxicidad de boro (B) Boron deficiency and toxicity

Deficiencia e toxicidade de boro

NOTAS

La deficiencia de boro es común en suelos de textura liviana, con bajo contenido de materia orgánica y alto contenido de hidróxidos de aluminio y de hierro. También, ha sido observada en suelos aluviales con pH alto y bajo contenido total de boro. Las plantas deficientes tienen tallos y hojas muy gruesos, con manchas amarillas y necróticas (Figuras 114 y 115); las hojas se vuelven arrugadas y tienden a voltearse hacia abajo; las yemas terminales mueren y las laterales proliferan. Bajo condiciones de severa deficiencia de boro, las plantas se atrofian o mueren rápidamente, pocos días después de la germinación (Figura 116, lado izquierdo). El contenido de boro de las hojas superiores de plantas deficientes es menor a 25 ppm; por otra parte, los suelos deficientes generalmente contienen menos de 0,6 ppm de boro extraíble con agua caliente. Los frijoles de color negro parecen ser más susceptibles a la deficiencia de boro que los de color rojo.

La deficiencia de boro se puede controlar aplicando al suelo, al hacer la siembra 1-2 kg de boro ha. El Borax y el Solubor son productos igualmente eficientes como fuentes de boro. Las aplicaciones foliares de Solubor al 1 por ciento o de Borax al 2 por ciento, a las 2 y a las 4 semanas, pueden corregir casos en los cuales la deficiencia no es extremadamente severa.

La toxicidad por boro produce amarillamientos y márgenes necróticos en las hojas primarias (Figura 117). Esto ocurre generalmente después de una aplicación no uniforme del fertilizante o cuando el fertilizante es aplicado demasiado cerca a la semilla, especialmente durante el tiempo seco.

Fig. 114

Fig. 115

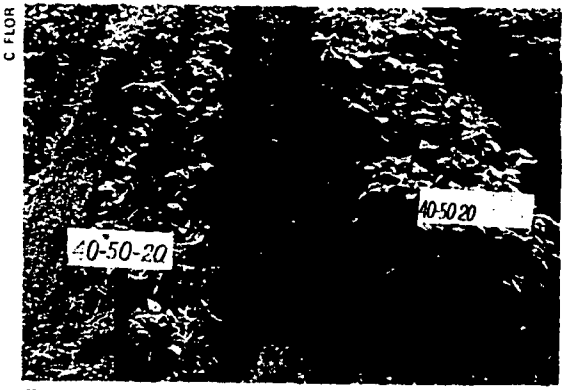


Fig. 116

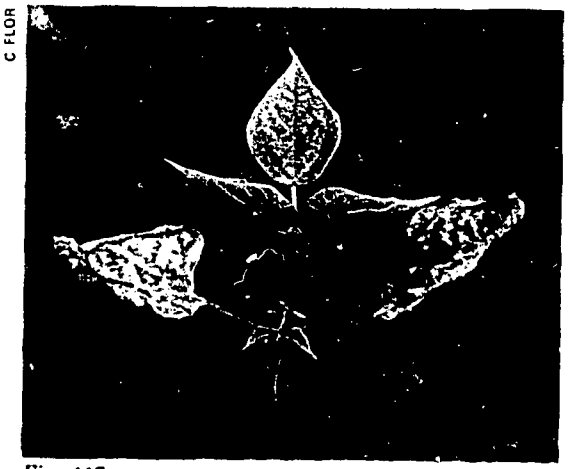


Fig. 117

14.3 Deficiencia de calcio (Ca)

Calcium deficiency

NOTAS

Generalmente, la deficiencia de calcio se observa en combinación con la toxicidad de aluminio en los Oxisoles y Ultisoles ácidos. Las plantas con deficiencia de calcio permanecen pequeñas y presentan un desarrollo radical muy pobre (Figura 118, lado derecho). Las hojas presentan un ligero amarillamiento en los márgenes y en el ápice, se pueden arrugar y enroscarse hacia abajo. Los entrenudos son cortos; el tipo de crecimiento de la planta es el comúnmente denominado "roseta" (Figura 119). Las plantas deficientes tienen contenidos de calcio en las hojas superiores, menores al 2 por ciento en la iniciación de la floración.

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 de calcio, aunque frecuentemente 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.

Fig. 118

Fig. 119

14.4 Deficiencia de cobre (Cu) — Copper deficiency

NOTAS

La deficiencia de cobre ocurre principalmente en los suelos orgánicos o en los muy arenosos. Las plantas con deficiencia de cobre se atrofian y las hojas jóvenes presentan un color gris o azul verdoso, con entrenudos muy cortos. Es importante señalar que el fríjol es relativamente insensible a la deficiencia de cobre. Las plantas normales tienen contenidos de cobre de 15-25 ppm en las hojas superiores.

Generalmente, la deficiencia de cobre se controla aplicando al suelo de 5-10 kg de cobre ha, en la forma de $CuSO_4$. Las aplicaciones foliares de cobre al 0,1 por ciento, en la forma de $CuSO_4$ o como quelatos de cobre, son también muy efectivas.

14.5 Deficiencia de hierro (Fe) — Iron deficiency

Deficiencia de ferro

La deficiencia de hierro puede ocurrir en los suelos orgánicos o en los suelos minerales con pH alto, especialmente, si se presentan carbonatos de calcio libres. Los síntomas de la deficiencia se presentan en forma de una clorosis intervenal de las hojas superiores; éstas se pueden volver de un color amarillo claro, muy uniforme y finalmente, blancas (Figura 120). 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.

R HOWELER

Fig. 120

14.6 Deficiencia de magnesio (Mg) Magnesium deficiency

NOTAS

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

Los síntomas de esta deficiencia son la clorosis intervenal y la necrosis de las hojas más viejas (Figuras 121 y 122) los cuales, posteriormente, se presentan en todas las hojas, incluyendo las hojas nuevas (Figura 123). En este caso, el contenido de magnesio en las hojas superiores, al *iniciarse la floración*, es menor al 0,3 por ciento.

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 magnesio/ha, en la forma de $MgSO_4$. Así mismo, se pueden hacer aspersiones foliares de $MgSO_4$.

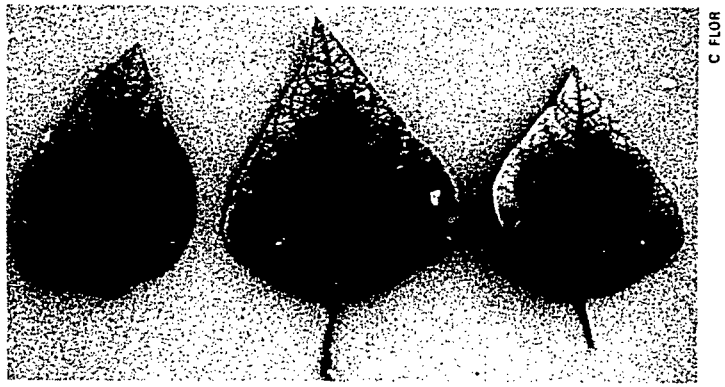

C FLOR

Fig. 121

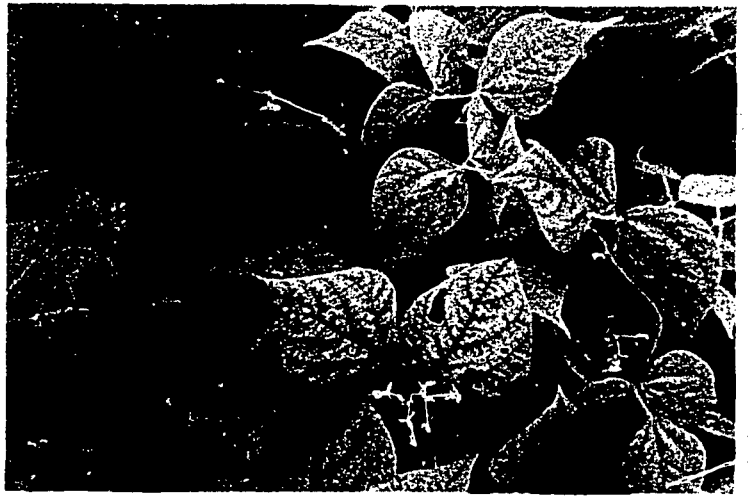

R HOWELER

Fig. 122

C FLOR

Fig. 123

14.7 Deficiencia y toxicidad de manganeso (Mn)

NOTAS

Deficiencia e toxicidade de manganés

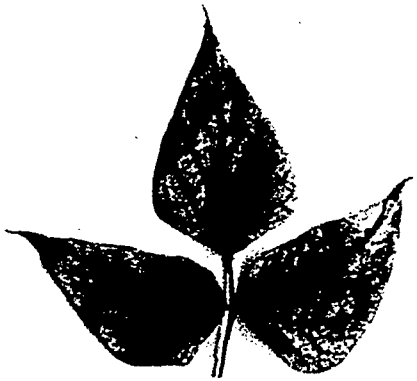
Manganese deficiency and toxicity

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, produciéndose una sintomalogía semejante al moteado (Figura 124). En plantas normales, el contenido de manganeso oscila entre 75-200 ppm para las hojas superiores; generalmente, las hojas deficientes contienen menos de 30 ppm.

La deficiencia se puede corregir aplicando al suelo de 5-10 kg de manganeso/ha en la forma de $MnSO_4$ ó MnO; también, por aplicaciones foliares 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. Las plantas afectadas por la toxicidad de manganeso muestran una clorosis intervenal de las hojas superiores (Figura 125). Cuando la toxicidad es severa, las hojas superiores se vuelven pequeñas, arrugadas y enroscadas hacia abajo (Figura 126). 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.



C FLOR

Fig. 124

C FLOR

Fig. 125

R HOWELER

Fig. 126

14.8 Deficiencia de nitrógeno (N) — Nitrogen deficiency

Deficiencia de nitrogenio

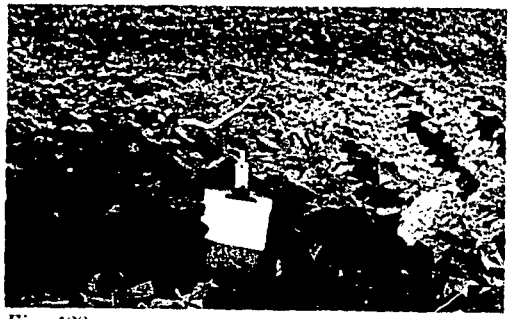
NOTAS

La deficiencia de nitrógeno es común en 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. Las hojas inferiores de la planta se vuelven pálidas o amarillas; cuando la deficiencia es más severa, esta decoloración avanza hacia arriba (Figura 127). El crecimiento de la planta se atrofia y la producción se afecta. Las plantas con deficiencia de nitrógeno tienen contenidos menores al 3 por ciento en las hojas superiores, durante la iniciación de la floración; las hojas de las plantas normales tienen cerca de 5 por ciento de nitrógeno.

La deficiencia de nitrógeno se puede controlar por inoculación del suelo con cepas eficientes de bacterias fijadoras de nitrógeno, por aplicación de abonos verdes, estiércol y fertilizantes químicos nitrogenados. Una aplicación de 50-100 kg de nitrógeno/ha generalmente es suficiente; *sin embargo, en algunos suelos* se han obtenido respuestas a la aplicación de 200-400 kg de nitrógeno/ha (Figura 128, lado izquierdo). Generalmente, los fertilizantes nitrogenados son aplicados en banda, durante o un poco después de la siembra; otra aplicación, al iniciarse la floración, también produce resultados satisfactorios. Por otra parte, tanto las fuentes amoniacales como las nítricas, son igualmente efectivas.

P H GRAHAM

Fig. 127



G E GALVEZE

Fig. 128

14.9 Deficiencia de fósforo (P)

Phosphorus deficiency

NOTAS

La deficiencia de fósforo en el fríjol es común en suelos derivados de cenizas volcánicas o en Oxisoles y Ultisoles. Las plantas carecen de vigor y tienen muy pocas ramas (Figura 129, lado izquierdo). Las hojas superiores son pequeñas, de color verde oscuro; las hojas inferiores se vuelven amarillas y necróticas antes de caer (Figura 130). La deficiencia de fósforo retarda la floración y maduración (Figura 131). Las hojas superiores de plantas deficientes, al iniciarse la floración, tienen menos de 0,35 por ciento de fósforo.

La deficiencia de fósforo se controla aplicando Escorias Thomas, superfosfato simple, superfosfato triple o rocas fosfóricas; los fertilizantes se pueden aplicar al voleo y ser incorporados 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. Es necesario hacer aplicaciones altas, por ejemplo de 200-400 kg de P_2O_5/ha en suelos de alta fijación de fósforo (Figura 132, lado izquierdo).

Fig. 129

Fig. 130

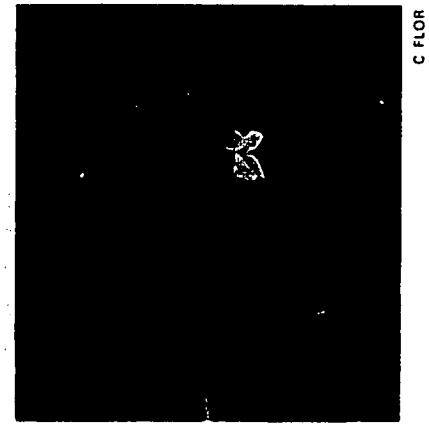


Fig. 131

Fig. 132

14.10 Deficiencia de potasio (K) — Potassium deficiency

Deficiencia de potássio

NOTAS

Rara vez se observa la deficiencia de potasio en el fríjol pero puede ocurrir en Oxisoles y Ultisoles de baja fertilidad o en suelos altos en calcio y magnesio. Los síntomas se presentan como amarillamientos y necrosis de los ápices y márgenes de las hojas inferiores de la planta, aunque gradualmente se extienden a las hojas superiores (Figura 133). Al iniciarse la floración, las hojas superiores de plantas deficientes tienen menos de 2 por ciento 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 50-100 kg de K_2O/ha en la forma de KCl ó K_2SO_4 al hacer la siembra. El K_2SO_4 es recomendable cuando el suelo también tiene problemas de deficiencia de azufre.

POTASSIUM

Fig. 133

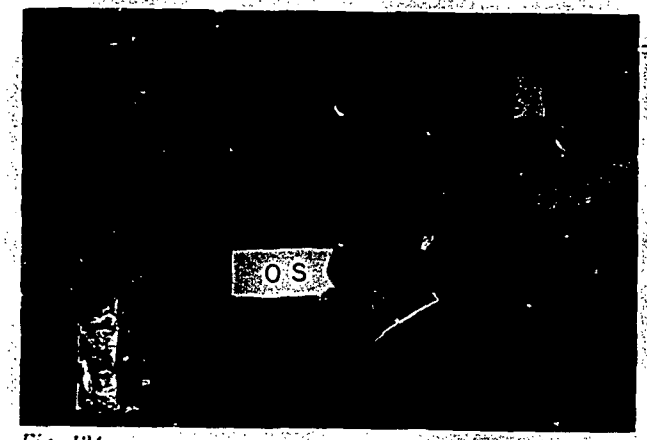
14.11 Deficiencia de azufre (S) — Sulfur deficiency

Deficiencia de enxôfre

NOTAS

La deficiencia de azufre puede ocurrir 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 una apariencia muy semejante a la deficiencia de nitrógeno (Figura 134). El crecimiento de la raíz no es muy afectado, situación que si ocurre con la deficiencia de calcio (Figura 135, lado derecho). Las hojas superiores de las plantas deficientes, al iniciarse la floración, tienen menos de 0,15 por ciento de azufre.

La deficiencia de azufre se puede controlar con la aplicación de 10-20 kg/ha de elemento puro o con el uso de fertilizantes que contengan azufre como el superfosfato simple, el sulfato de amonio y el sulfato de potasio. La aplicación de ciertos fungicidas, como el Elosal, pueden contribuir a la nutrición de azufre de la planta.



CIAT

Fig. 134

CIAT

Fig. 135

14.12 Deficiencia de zinc (Zn) — Zinc deficiency

Deficiencia de zinco

NOTAS

La deficiencia de zinc ocurre en suelos con pH alto, 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 (Figura 136), las cuales luego se vuelven necróticas (Figura 137). Las plantas deficientes tienen contenidos de zinc 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 de zinc en la forma de $ZnSO_4$ o de quelatos de zinc cuando la deficiencia no es muy grave, las aplicaciones foliares de $ZnSO_4$ al 0,5 por ciento pueden corregir el problema.

Fig. 136

Fig. 137

D. Problemas Misceláneos en la Producción de Fríjol

Introducción

Muchos otros factores, además de los patogénicos y los caracterizados por insectos y los desórdenes nutricionales, pueden causar —esporádica pero severamente— daños a los cultivos de fríjol durante el desarrollo de la plantación. Varias condiciones ambientales, como heladas, altas temperaturas y vientos, sequías y otros pueden dañar las plantas. Las variaciones en las propiedades del suelo (drenaje, etc.) pueden producir diferencias marcadas en la apariencia y en el vigor de la planta, dentro de áreas localizadas en un terreno. El manejo inapropiado de una plantación puede causar daños mecánicos o químicos. 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 estos tipos de factores se confunden con aquellos causados por patógenos, insectos y desórdenes nutricionales; por tal razón, con frecuencia es necesario consultar personal adiestrado para colaborar en la identificación de los agentes causantes.

El daño químico puede ocurrir en los cultivos de fríjol durante la época de crecimiento, especialmente, durante la germinación y desarrollo de la plántula, particularmente cuando los productos químicos no se aplican de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Pueden presentarse concentraciones tóxicas de productos químicos y fertilizantes al quedar éstos localizados en el suelo muy cerca de las semillas, o bien, crear problemas si tales sustancias no se disuelven y se lixivian rápidamente dentro de la zona de la raíz. Los síntomas del daño incluyen tejido café o necrótico en las hojas, usualmente en los extremos y bordes de la hoja (Figura 138). Con base en la severidad del daño, las hojas se pueden deformar y "enanificarse" en su desarrollo. Puede ocurrir también la quema del follaje, apareciendo en forma de manchas necróticas (Figura 139) si la aspersión de productos químicos tóxicos se hace sobre las plantas. Por ejemplo, el daño causado por 2,4-D puede ocurrir si este herbicida se aplica a otros cultivos cercanos a una plantación de fríjol cuando hay vientos de moderados a altos (Figura 140). 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, los científicos del CIAT encontraron recientemente una situación específica en algunos cultivos de fríjol, la cual se ha denominado "Problema X" y posiblemente es causada por toxicidad química en suelos con alto contenido de materia orgánica y con un alto pH (Figuras 141 y 142).

A V SCHOOTHOVER

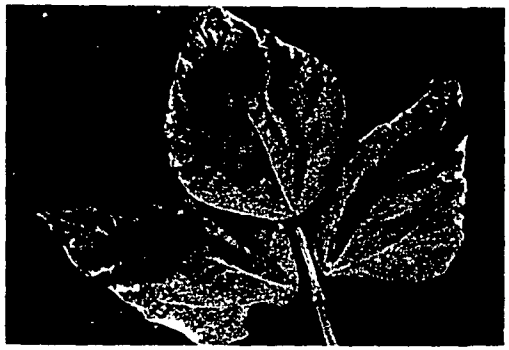


Fig. 138

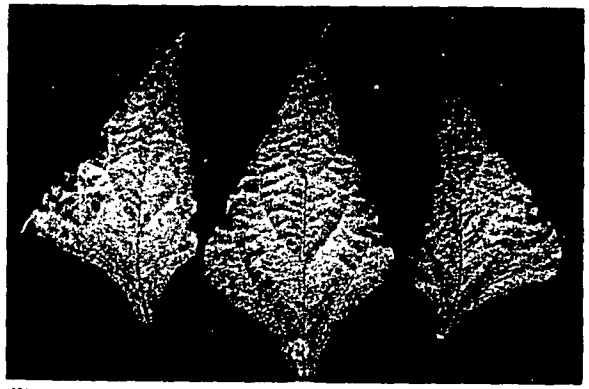
H F SCHWARTZ

Fig. 139

Fig. 140

G E GAIVETT

Fig. 141



H F SCHWARTZ

Fig. 142

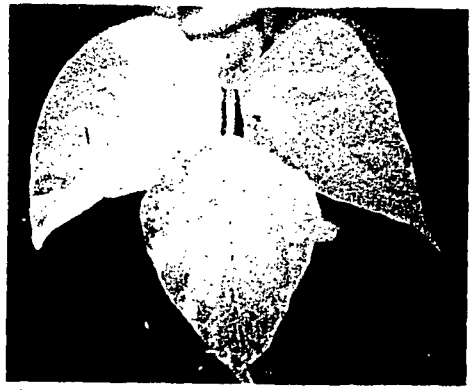
15.2 Factores ambientales — Environmental factors

NOTAS

Varios factores ambientales pueden afectar a 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 y la carencia de humedad pueden ocasionar el marchitamiento de la planta, el chamuscamiento de las hojas y aun la muerte de la planta. Los vientos fuertes y las partículas de suelo elevadas por el viento puedan dañar las plantas rompiendo y raspando el tejido (Figura 143). Frecuentemente, tales rupturas proporcionan a ciertos patógenos, entre ellos ciertas bacterias, puntos de entrada a la planta. El escaldado puede ocurrir en las hojas o 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, tallos o vainas (Figura 144).

15.3 Anormalidades genéticas — Genetic abnormalities

Ocasionalmente, las plantas de fríjol son afectadas por anormalidades genéticas las cuales pueden tener su 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 del suelo. 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 (Figuras 145 y 146). Frecuentemente, los folíolos se presentan malformados por esta condición y las vainas producidas por estas plantas también aparecen deformadas. Estos síntomas se pueden observar en diferentes estados de desarrollo de la planta; las hojas variegadas se presentan también en plantas que tienen hojas de apariencia normal.



Colaboradores que Facilitaron Fotografías

George S. Abawi
Fitopatólogo
Universidad de Cornell
Ithaca, Nueva York, EE.UU.

Germán Alvarez
Estudiante CIAT Becario
Universidad de McGill
Montreal, P.Q., Canadá

Gabriel Bascur B.
Fitomejorador
INIA
Santiago, Chile

Steve E. Beebe
Estudiante CIAT Becario
Universidad de Wisconsin
Madison, Wisconsin, EE.UU.

Julio Bird
Virólogo
Universidad de Puerto Rico
Rio Piedras, Puerto Rico

Howard L. Bissonnette
Fitopatólogo
Universidad de Minnesota
St. Paul, Minnesota, EE.UU.

CIAT
Sección de Fotografía
Cali, Colombia

Carlos Flor y Héctor Ospina
Asociado en Adiestramiento (Fríjol)
CIAT
Cali, Colombia

Guillermo E. Gálvez E.
Virólogo
CIAT
San José, Costa Rica

Don J. Hagedorn
Fitopatólogo
Universidad de Wisconsin
Madison, Wisconsin, EE.UU.

Arthur F. Hagen
Entomólogo
Universidad de Nebraska
Lincoln, Nebraska, EE.UU.

Reinhardt H. Howeler
Edafólogo
CIAT
Cali, Colombia

Douglas R. Laing
Fisiólogo
CIAT
Cali, Colombia

Suryadevaia K. Mohan
Fitomejorador
IAPAR
Londrina, Brasil

Gary N. Odvody
Fitopatólogo
Universidad de Nebraska
Lincoln, Nebraska, EE.UU.

Potash Institute of North America
Atlanta, Georgia, EE.UU.

Aart van Schoonhoven
Entomólogo
CIAT
Cali, Colombia

Howard F. Schwartz
Fitopatólogo
CIAT
Cali, Colombia

Jim E. Wyatt
Nematólogo
USDA-ARS
Charleston, Carolina del Sur, EE.UU.

Indice de los Nombres Científicos de Patógenos y de Plagas de Insectos que Atacan las Plantas

Patógenos de las Plantas

Alternaria alternata, 20
Ascochyta boltshauseri, 26
Ascochyta phaseolorum, 26
Botryotinia fuckeliana, 34
Botrytis cinerea, 34
Cercospora vanderysti, 32
Chaetoseptoria wellmanii, 28
Colletotrichum lindemuthianum, 24
Entyloma petuniae, 40
Erysiphe polygoni, 36
Fusarium oxysporum f. sp. *phaseoli* 50
Fusarium solani var. *phaseoli*, 48
Isariopsis griseola, 22
Macrophomina phaseoli, 46
Pseudomonas phaseolicola, 60
Pythium sp., 52
Pythium aphanidermatum, 52
Pythium butleri, 52
Pythium debaryanum, 52
Pythium myriotylum, 52
Pythium ultimum, 52
Ramularia phaseoli, 30
Rhizoctonia microsclerotia, 42
Rhizoctonia solani, 54
Sclerotinia sp., 34
Sclerotinia sclerotiorum, 44
Sclerotium rolfsii, 56
Thanatephorus cucumeris, 42
Uromyces appendiculatus, 38
Uromyces phaseoli, 38
Whetzelinia sclerotiorum, 44
Xanthomonas phaseoli, 58
Xanthomonas phaseoli var. *fuscans*, 58

Plagas de Insectos

Acanthoscelides obtectus, 100, 102
Agromyza sp., 82
Agrotis ipsilon, 70
Aphis gossypii, 84
Aphis medicaginis, 84
Apion sp., 80
Apion godmani, 92
Bemisia tabaci, 12, 14, 90
Brevicoryne brassicae, 84
Cerotoma sp., 16
Cerotoma facialis, 78
Diabrotica sp., 16
Diabrotica balteata, 78
Elasmopalpus lignosellus, 72
Empoasca kraemeri, 86
Epilachna varivestis, 80
Epinotia sp., 98

Epinotia opposita, 94
Estigmene acrea, 76
Hedylepta indicata, 76
Heliothis virescens, 96
Heliothis zea, 96
Hylemya cilicrura, 74
Hylemya liturata, 74
Laspeyresia leguminis, 98
Limax maximus, 82
Liriomyza sp., 82
Maruca sp., 98
Maruca testulalis, 98
Neobrotica sp., 78
Polyphagotarsonemus latus, 88
Spodoptera eridania, 70
Spodoptera frugiperda, 70
Tetranychus desertorum, 88
Tetranychus urticae, 88
Trialeurodes vaporariorum, 90
Trichoplusia ni, 76
Urbanus proteus, 76
Vaginulus plebejus, 82
Zabrotes sp., 102
Zabrotes subfasciatus, 102

Nemátodos

Belonolaimus, sp., 62
Ditylenchus sp., 62
Heterodera sp., 62
Meloidogyne incognita, 62
Meloidogyne javanica, 62
Pratylenchus scribneri, 62
Trichodorus sp., 62