

Enfermedades del maíz

Enfermedades del maíz

Una guía para su identificación en el campo



CIMMYT_{MR}

Programa de Maíz del CIMMYT

Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo

Cuarta edición

Programa de Maíz del CIMMYT

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT®) (www.cimmyt.org) es un organismo internacional, sin fines de lucro, que se dedica a la investigación científica y la capacitación relacionadas con el maíz y el trigo en los países en desarrollo. Basados en la solidez de nuestra ciencia y en nuestras asociaciones colaborativas, generamos, compartimos y aplicamos conocimientos y tecnologías con el objeto de incrementar la seguridad alimentaria, mejorar la productividad y la rentabilidad de los sistemas de producción agrícola, y conservar los recursos naturales. El CIMMYT recibe fondos para su agenda de investigación de varias fuentes, entre ellas, del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) (www.cgiar.org), gobiernos nacionales, fundaciones, bancos de desarrollo e instituciones públicas y privadas.

© Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) 2004. Derechos reservados. Las designaciones empleadas en la presentación de los materiales incluidos en esta publicación de ninguna manera expresan la opinión del CIMMYT o de sus patrocinadores respecto al estado legal de cualquier país, territorio, ciudad o zona, o de las autoridades de éstos, o respecto a la delimitación de sus fronteras. El CIMMYT autoriza el uso razonable de este material, siempre y cuando se cite la fuente.

Cita correcta: Programa de Maíz del CIMMYT. 2004. *Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo*. Cuarta edición. México, D.F.: CIMMYT.

Resumen: El propósito de este manual es que sirva de guía a los técnicos agrícolas y los productores de maíz en el campo. Contiene descripciones y fotos de más de 50 enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y mollicutes, que afectan los cultivos de maíz en todo el mundo, e información básica sobre los patógenos y sus síntomas. Una clave para el diagnóstico facilita la rápida identificación de las enfermedades y sus efectos. En esta cuarta edición, se actualizó la nomenclatura y se agregaron nuevas enfermedades y datos relativos a éstas, así como fotos de mejor calidad.

ISBN: 970-648-128-1

Descriptor AGROVOC: Enfermedades de las plantas; *Zea mays*; enfermedades bacterianas; virus; enfermedades fúngicas; mildiús; área foliar; *Fusarium*; tizones; pudriciones; *Penicillium*; carbón; *Nigrospora*; *Cephalosporium*; grano; *Botryodiplodia*; enanismo; necrosis.

Códigos de categorías AGRIS: H20 Plagas
F01 Cultivos

Clasificación decimal Dewey: 633.15

Impreso en México.

Índice

Introducción	1
Enfermedades causadas por hongos: enfermedades foliares	
Mancha café (peca)	2
Mildiús vellosos (cenicillas)	5
Roya común	9
Roya por <i>Polysora</i>	10
Roya tropical	10
Borde blanco, tizón bandeado vertical	13
Complejo mancha de asfalto	14
Tizón foliar por <i>turcicum</i>	17
Tizón foliar por <i>maydis</i>	18
Tizón foliar por <i>carbonum</i>	21
Antracnosis foliar	22
Amarillamiento por tizón foliar	25
Mancha bandeada de hoja y vaina	26
Mancha foliar por <i>Leptosphaeria</i>	29
Mancha foliar por <i>Phaeosphaeria</i>	29
Mancha foliar por <i>Hyalothyridium</i>	30
Mancha foliar por <i>Curvularia</i>	33
Mancha foliar por <i>Cercospora</i>	34
Mancha foliar zonal	37
Mancha foliar por <i>Septoria</i>	38
Mancha foliar por <i>Kabatiella</i>	41
Rayado foliar por <i>macrospora</i>	42
Enfermedades causadas por hongos: pudrición de tallo y carbones	
Pudrición de tallo por <i>Pythium</i>	45
Pudriciones de tallo por <i>Gibberella</i> y <i>Fusarium</i>	46
Carbón de la espiga	49
Falso carbón de la espiga	50
Necrosis vascular y marchitez tardía	53
Pudrición de tallo por antracnosis	54
Pudrición carbonosa del tallo	57
Pudrición de tallo por <i>Botryodiplodia</i>	58
Pudrición de tallo por <i>Stenocarpella</i>	61

Índice

Enfermedades causadas por hongos: pudrición de mazorca

Pudriciones de mazorca por <i>Penicillium</i>	63
Pudrición de mazorca por <i>Aspergillus</i>	64
Pudriciones de mazorca por <i>Gibberella</i> y <i>Fusarium</i>	67
Cornezuelo, diente de caballo	68
Pudrición carbonosa de mazorca	71
Pudrición de mazorca por <i>Nigrospora</i>	72
Pudrición gris de mazorca	75
Carbón común	76
<i>Botryodiplodia</i> o pudrición negra del grano	79
Pudrición de mazorca por <i>Cephalosporium</i>	80
Pudrición de mazorca por <i>Hormodendrum</i>	80
Pudrición de mazorca por <i>Stenocarpella</i>	83

Enfermedades causadas por bacterias

Pudrición de tallo	84
Marchitez de Stewart	87
Rayado foliar bacteriano	88

Enfermedades causadas por virus y mollicutes

Enanismo clorótico del maíz (MCDV)	91
Moteado clorótico del maíz (MCMV)	92
Mosaico del enanismo del maíz (MDMV)	95
Mosaico de la caña de azúcar (SCMV)	95
Necrosis letal del maíz (MLN)	96
Mosaico I del maíz (MMV)	99
Virus bandeado del maíz (M StV)	100
Virus del rayado del maíz (MSV)	103
Enanismo rugoso del maíz (MRDV)	104
Virus del rayado fino del maíz (MRFV)	107
Enanismo arbustivo del maíz (MBS)	108
Achaparramiento del maíz (CS)	111
Clave de diagnóstico	112

Introducción

Este conocido folleto, que hoy llega a su cuarta edición, está destinado a servir de guía rápida para la identificación de las enfermedades del maíz. Basada en ediciones anteriores de la obra de Carlos De León, patólogo de maíz del CIMMYT, esta guía se actualizó con las contribuciones de su homólogo Dan Jeffers. En virtud de que está dirigida a los técnicos agrícolas y los productores de maíz, se consideró que era suficiente emplear las denominaciones taxonómicas latinas de los patógenos, aunque en el caso de los patógenos fúngicos, se incluyen tanto los nombres sexuales (teleomorfos) como asexuales (anamorfos) de los hongos. Desde la tercera edición, publicada en 1984, se han efectuado varias modificaciones de la nomenclatura. En la mayoría de los casos se utiliza la nomenclatura de A.J. Ullstrup (1985. *Plant Disease* 69:658-659) para asignar los nombres comunes de las enfermedades. En este documento se proporciona una descripción breve de las enfermedades comunes del maíz, de sus agentes causantes y de los síntomas, así como los nombres de nuevas enfermedades y datos actualizados, basados en los avances científicos logrados desde que apareció la tercera edición de esta guía. Se incluyen asimismo numerosas fotos a color de plantas enfermas. Aparece, al final, en forma de apéndice, una clave para el diagnóstico. El texto está dividido conforme a los cuatro principales agentes causantes de las enfermedades del maíz: hongos, bacterias, virus y mollicutes. Las enfermedades fúngicas se presentan en el siguiente orden: enfermedades foliares, pudriciones de tallo, carbones y pudriciones de mazorca. La mayoría de estas enfermedades son de importancia económica, mientras que otras, aunque no lo son, tienen la probabilidad de llegar a serlo.

Agradecemos enormemente el trabajo editorial en inglés de Mike Listman, redactor científico del CIMMYT, así como la producción y diseño de Wenceslao Almazán, en esta nueva edición. La traducción al español estuvo a cargo de Ma. Concepción Castro y la edición de la misma la realizó Alma McNab.

Primera edición: 1974
Segunda edición 1978
Tercera edición: 1984
Cuarta edición: 2004

Mancha café (peca)

Physoderma maydis

Esta enfermedad ocurre normalmente en áreas de precipitación pluvial abundante y altas temperaturas. Ataca las hojas, las vainas, los tallos y, en ocasiones, incluso las brácteas externas.

Los primeros síntomas aparecen en la lámina foliar y consisten en pequeñas manchas cloróticas dispuestas en forma de bandas alternas de tejido sano y enfermo (foto 1). Las manchas en la nervadura central son circulares, de color café oscuro, en tanto que las lesiones en las láminas son sólo manchas cloróticas. Los nudos y los entrenudos muestran también lesiones de color café. En infecciones graves las manchas se fusionan y ocasionan la pudrición del tallo y acame (foto 2).



1



2

3



4



5



Mildiús vellosos (cenicillas)

Existen varias especies de los géneros *Peronosclerospora*, *Sclerospora* y *Sclerophthora* causantes de los mildiús vellosos:

Punta loca, marchitez amarilla del arroz

Sclerophthora macrospora

Mildiú rayado café

Sclerophthora rayssiae var. *zeae* (foto 3)

Enfermedad de la mazorca verde

Sclerospora graminicola

Mildiú Java del maíz

Peronosclerospora maydis (foto 4)

Mildiú filipino del maíz

Peronosclerospora philippinensis (foto 5)

Mildiú caña de azúcar del maíz

Peronosclerospora sacchari (foto 6)

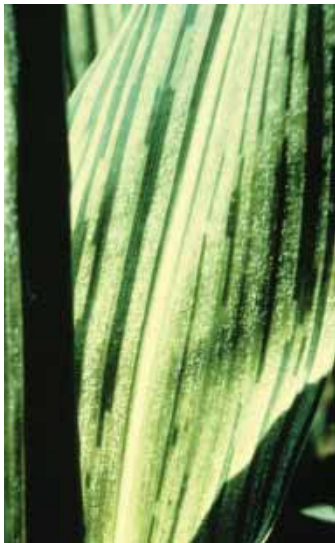
Mildiú sorgo del maíz

Peronosclerospora sorghi (fotos 7, 8, 9)

Estas enfermedades constituyen un problema serio para los productores de maíz de varios países de Asia, África y el Continente Americano. La expresión de los síntomas depende en gran medida de la edad de la planta, la especie del patógeno y el medio ambiente. Generalmente se observa un bandeo clorótico o síntomas parciales en las hojas y las vainas, y enanismo. El mildiú veloso se vuelve más conspicuo cuando aparece un crecimiento veloso (cenicilla) sobre o bajo la superficie de las hojas. Esta condición es el resultado de la formación de conidios, lo cual ocurre por lo general en las primeras horas de la mañana.

La enfermedad es más común en regiones cálidas y húmedas. Algunas especies que causan el mildiú veloso inducen también malformaciones de la espiga (panoja), lo cual obstruye la producción de polen y la formación de mazorcas. Las hojas pueden ser angostas, gruesas o anormalmente erectas.

6



7



8



9





10



11

Royas del maíz ●●●

Las tres royas del maíz son: roya común, roya por *polysora* y roya tropical.

Roya común

Puccinia sorghi

Esta enfermedad está ampliamente distribuida por todo el mundo, en climas subtropicales y templados y en tierras altas donde hay bastante humedad.

La roya común es más conspicua cuando las plantas se acercan a la floración. Se le puede reconocer por las pústulas pequeñas y pulverulentas, tanto en el haz como en el envés de las hojas (foto 10). Las pústulas son de color café claro en las etapas iniciales de la infección; más adelante la epidermis se rompe y las lesiones se vuelven negras a medida que la planta madura. Las plantas del hospedante alterno (*Oxalis* spp.) son infectadas frecuentemente con pústulas color anaranjado claro (foto 11). Esta es simplemente otra fase del mismo hongo.

Roya por *polysora*

Puccinia polysora

Comparadas con las pústulas producidas por *P. sorghi*, las de *P. polysora* son más pequeñas, de color más claro (anaranjado claro) y más circulares (foto 12). Aunque también se las encuentra en ambas caras de las hojas, la epidermis permanece intacta por más tiempo que cuando se trata de *P. sorghi*. Las pústulas se tornan de color café oscuro a medida que las plantas se acercan a la madurez. No se conoce al hospedante alternativo de este hongo. La roya sureña, como también se llama esta roya, es común en los climas cálidos y húmedos de las tierras bajas del trópico.

Roya tropical

Physopella zae

Los brotes de esta enfermedad son esporádicos y restringidos a las regiones tropicales del Continente Americano.

La forma de las pústulas varía de circular a ovalada; son pequeñas y se las encuentra debajo de la epidermis. En el centro de la pústula la lesión es de color blanco a amarillo claro y presenta un orificio (foto 13). La pústula está a veces rodeada de un borde de color negro, pero su centro continúa siendo claro. No se conoce hospedante alternativo de este hongo.



12



13



14

15



Borde blanco, tizón bandeado vertical

Marasmiellus paspali var. *americanus*,
M. paspali var. *paspali*, *M. paspali* sensu lato

Los síntomas en las hojas son muy similares a los que produce la mancha bandeada de la hoja y la vaina (MBHV; véase la página 15). Esta enfermedad se ha reportado en maíz en tierras bajas tropicales de clima cálido y húmedo. Sin embargo, no causa daños económicos.

Comienzan a producirse lesiones alargadas y concéntricas de dos colores en los bordes de las hojas (foto 14) cuando las plantas se acercan a la floración, aunque en este periodo no parece haber síntomas de hongos en las lesiones. Más adelante se forman fructificaciones pequeñas, parecidas a los esclerocios del agente causante de la MBHV. Sin embargo, si se lleva a cabo una inspección más detallada se observa que las estructuras son fructificaciones agaricoides (basidiomata) del hongo (foto 15). La alta humedad relativa y las abundantes precipitaciones pluviales favorecen el desarrollo de estas estructuras efímeras.

Las tres especies mencionadas se han detectado en cultivos de maíz en las regiones tropicales del Continente Americano, el este y el sureste de Asia, y en países de África Occidental, respectivamente.

Complejo mancha de asfalto

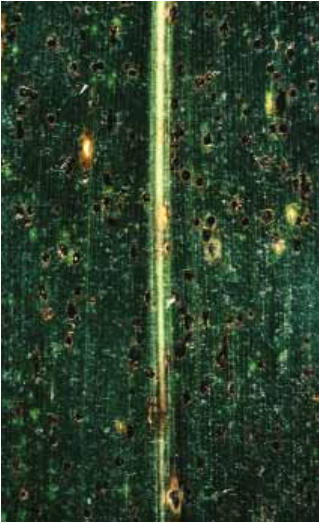
Phyllachora maydis y *Monographella maydis*

Esta enfermedad se presenta en zonas relativamente frescas y húmedas de los trópicos, similares a aquellas en las que es común el tizón de la hoja causado por *Turcicum*. Primeramente se producen manchas brillantes y ligeramente abultadas, de color negro (foto 16). En una etapa posterior se desarrollan áreas necróticas en el tejido foliar.

En varios países del Continente Americano se ha descubierto que otro patógeno, *Monographella maydis*, y *Phyllachora maydis* forman el “complejo mancha de asfalto”. Este complejo propicia el desarrollo de tejido necrótico alrededor de la mancha de asfalto (foto 17). Las lesiones necróticas pueden llegar a fusionarse y provocar la quemadura completa del follaje. Las lesiones causadas solo por *Monographella maydis* son circulares y miden entre 5 y 6 cm de diámetro (foto 18).

Las lesiones que producen los dos patógenos que causan el complejo comienzan a desarrollarse en las hojas inferiores antes de la floración y, si el ambiente es propicio, la infección continúa hacia arriba afectando incluso las hojas más jóvenes. Las mazorcas de las plantas afectadas son muy livianas y tienen granos flojos que no alcanzan a compactarse; muchos de los granos en la punta germinan prematuramente, mientras aún están en el olote (foto 19).

16



17



18



19





Tizón foliar por *turcicum*

Teleomorfo: *Setosphaeria turcica*
(sin. *Trichometasphaeria turcica*)
(Anamorfo: *Exserohilum turcicum*, sin.
Helminthosporium turcicum)

Uno de los primeros síntomas consiste en la aparición de manchas pequeñas, ligeramente ovaladas y acuosas que se producen en las hojas y que son fácilmente reconocibles. Estas lesiones se transforman luego en zonas necróticas alargadas y ahusadas (foto 20), que se manifiestan primeramente en las hojas más bajas y cuyo número aumenta a medida que se desarrolla la planta. Se puede llegar a producir la quemadura total del follaje.

El tizón por *turcicum* (o tizón norteño de la hoja) se encuentra distribuido por todo el mundo y ocurre particularmente en zonas donde hay mucha humedad y temperaturas moderadas durante el periodo de crecimiento. Cuando la infección se produce antes o durante la aparición de los estigmas, y si las condiciones son óptimas, ésta puede ocasionar daños económicos considerables.

Tizón foliar por *maydis*

Teleomorfo: *Cochliobolus heterostrophus*
(Anamorfo: *Bipolaris maydis*, sin.
Helminthosporium maydis)

Cuando comienzan a formarse, las lesiones son pequeñas y romboides. A medida que maduran se van alargando, pero las nervaduras adyacentes restringen su crecimiento y la forma final de la lesión es rectangular, de 2 a 3 cm de largo. Las lesiones pueden llegar a fusionarse y producir la quemadura completa de extensas áreas foliares (foto 21).

Los síntomas descritos corresponden a la raza "O" del hongo. A principios de los años 1970, la raza "T" causó graves daños a las variedades de maíz en los Estados Unidos de Norteamérica a las cuales se había incorporado la fuente Texas de androesterilidad. Las lesiones que produce la raza T (foto 22) son ovaladas y más grandes que las de la raza O. Una diferencia importante entre ambas es que la raza T afecta las brácteas y las vainas de las hojas, y la raza O normalmente no lo hace.

El tizón foliar por *maydis* (o tizón sureño del maíz) está generalizado en zonas maiceras cálidas y húmedas. Para causar infección, el hongo requiere temperaturas ligeramente más altas que *E. turcicum*; no obstante, a menudo ambas especies se encuentran en una misma planta.



21

22





Mancha foliar por carbonum

Teleomorfo: *Cochliobolus carbonum*

(Anamorfo: *Bipolaris zeicola*, sin. *Helminthosporium carbonum*)

Esta enfermedad es más común en zonas húmedas, de temperaturas moderadas.

Las cinco razas conocidas del hongo producen síntomas diferentes en las hojas. Por ejemplo, la raza 1 produce lesiones ovaladas, zonadas y de color pardusco en toda la planta, incluidas las mazorcas, las cuales se pudren y se ennegrecen. Las lesiones de la raza 2 son alargadas, delgadas y de color pardo, principalmente en las hojas más bajas; puede también causar pudrición de las mazorcas (foto 23). La raza 3 produce lesiones angostas, grisáceas, con bordes cloróticos. Las lesiones de la raza 4 son similares a las que produce la raza 2, pero con frecuencia muestran estructuras concéntricas. La raza 5 produce únicamente pequeños puntos necróticos en las hojas inmaduras.

Los síntomas de pudrición de la mazorca producidos por las razas 1 y 2 son muy parecidos.

Antracnosis foliar

Anamorfo: *Colletotrichum graminicola*
(Teleomorfo: *Glomerella graminicola*)

Esta enfermedad está distribuida por todo el mundo, en climas cálidos y húmedos. Se manifiesta en dos fases: primero infecta las hojas y luego pudre el tallo.

No se ha reportado que la infección foliar ocasione daños económicos significativos en el maíz. El daño más grave lo causa la pudrición del tallo. La infección foliar puede ocurrir en diferentes etapas del desarrollo de la planta. En la etapa de la plántula, las lesiones en las hojas son irregulares, de forma ovalada a elíptica, con márgenes de color amarillo a café rojizo (foto 24). En las etapas posteriores, se pueden observar lesiones similares en las hojas superiores de las plantas infectadas, principalmente en aquellas en que ya se advierten síntomas de pudrición del tallo.



25



26

Tizón amarillo

Anamorfo: *Phyllosticta maydis*

(Teleomorfo: *Mycosphaerella zeae-maydis*)

En 1970 a esta enfermedad se le asoció a la presencia de androesterilidad de Texas en materiales susceptibles, y varios científicos la relacionaron con las pérdidas de rendimiento y el aumento en el acame. La humedad y el calor favorecen su desarrollo.

Los síntomas en plantas jóvenes enfermas son similares a los de la deficiencia de nitrógeno. En plantas maduras las lesiones son angostas, necróticas y paralelas a las nervaduras, aunque éstas no restringen su crecimiento (fotos 25 y 26). Más tarde las lesiones se fusionan y producen una necrosis característica cerca del ápice de la hoja.

Mancha bandeada de hoja y vaina

Anamorfo: *Rhizoctonia solani* f. sp. *sasakii*

(Teleomorfo: *Corticium sasakii*, sin. *Thanatephorus cucumeris*)

Como su nombre lo indica, esta enfermedad se desarrolla en las hojas y las vainas. Los síntomas consisten en manchas concéntricas características que cubren extensas áreas de las hojas y las brácteas infectadas (fotos 27 y 28).

En los trópicos húmedos, el principal daño consiste en una pudrición pardusca de las mazorcas, que presenta un moho algodonoso de color café claro con esclerocios pequeños, redondos y negros.

27



28



29

30



Mancha foliar por *Leptosphaeria*

Leptosphaeria michotii

Esta enfermedad ha sido detectada en las zonas altas y húmedas de los Himalaya. En otras regiones del mundo se conocen otras especies de *Leptosphaeria* que producen síntomas diferentes en las hojas de maíz.

Los síntomas consisten en lesiones pequeñas que, al ir aumentando de tamaño, se vuelven concéntricas y cubren grandes porciones de las hojas (foto 29). Es más conspicua en las hojas inferiores en la etapa de floración.

Mancha foliar por *Phaeosphaeria*

Phaeosphaeria maydis

Esta enfermedad se encuentra presente en Brasil, Colombia, Ecuador, el norte de la India, el este y el sur de África, los Estados Unidos de Norteamérica y México, regiones en las que también está generalizado *Exserohilum turcicum*. Las condiciones de mucha humedad y las temperaturas nocturnas relativamente bajas favorecen su desarrollo. Las lesiones aparecen como áreas pequeñas de color verde claro, que más tarde se tornan cloróticas y, finalmente, necróticas, y están rodeadas de márgenes café oscuro (foto 30). Las manchas en las hojas son circulares o ligeramente alargadas.

Mancha foliar por *Hyalothyridium*

Anamorfo: *Hyalothyridium maydis*
(Teleomorfo: *Leptosphaerulina* sp.)

Esta enfermedad foliar se ha detectado en Colombia, Costa Rica, Ecuador y México. Puede causar pérdidas cuantiosas en siembras comerciales en clima cálido y húmedo con noches frías. Las lesiones comienzan en las hojas inferiores, en forma de pecas redondas, cuando las plantas alcanzan más o menos un metro de altura. Tres semanas después de la floración las lesiones son redondas, oscuras y necróticas; llegan a medir entre 3 y 4 cm de diámetro y presentan círculos concéntricos rodeados de tejido clorótico (fotos 31 y 32).

En Colombia se ha asociado la fase teleomorfa de *Leptosphaerulina* sp. a la mancha foliar en las etapas posteriores de la infección.



31

32





Mancha foliar por *Curvularia*

Curvularia lunata, *C. pallescens* y *C. maculans*

Estos hongos producen manchas pequeñas necróticas o cloróticas con una aureola de color claro (foto 33). El diámetro de las lesiones, cuando están completamente desarrolladas, es de aproximadamente 0.5 cm. La enfermedad está generalizada en las zonas maiceras cálidas y húmedas, donde puede causar daños considerables a los cultivos.

Mancha foliar por *Cercospora*

Cercospora zea-maydis, *C. sorghi* var. *maydis*

Esta enfermedad, conocida también como mancha gris de la hoja, puede ocurrir en zonas templadas o subtropicales de clima húmedo. Las lesiones comienzan como manchas necróticas pequeñas, regulares y alargadas, de color café grisáceo, que crecen paralelas a las nervaduras (foto 34). A veces pueden llegar a medir 3.0 x 0.3 cm. Se cree que existe una relación entre las prácticas de labranza mínima y el aumento de su incidencia. Esta enfermedad constituye un problema en América del Sur y en el este y sur de África. Los prolongados periodos de humedad foliar y los nublados favorecen su desarrollo. Puede causar senescencia foliar grave después de la floración, o un llenado de grano deficiente.





35

Mancha foliar zonal

Gloeocercospora sorghi

La mancha zonada se encuentra más frecuentemente en las plantas de sorgo que de maíz.

Esta enfermedad se caracteriza por lesiones necróticas pequeñas que luego se extienden y producen grandes anillos concéntricos y necróticos (foto 35). Las lesiones pueden llegar a medir entre 5 y 6 cm de diámetro y se las encuentra principalmente en las hojas más viejas.

Mancha foliar por *Septoria*

Septoria maydis

Esta enfermedad afecta principalmente el maíz en climas frescos y húmedos.

Los primeros síntomas aparecen como pequeñas manchas foliares de color verde claro o amarillo (fotos 36 y 37). Las lesiones se fusionan y causan un manchado intenso, así como necrosis de las áreas afectadas, en las cuales se desarrollan estructuras oscuras productoras de esporas conocidas como picnidios.

36



37





38



39

Mancha foliar por *Kabatiella*

Kabatiella zeae (sin. *Aureobasidium zeae*)

La mancha foliar por *Kabatiella* puede afectar las siembras comerciales en los países con climas frescos y húmedos.

La enfermedad se caracteriza por las lesiones pequeñas (de 1 a 4 mm), circulares y translúcidas que se forman en las plantas. El “ojo” característico se forma al desarrollarse centros de color claro rodeados de anillos que varían de negro a púrpura, con una aureola amarilla (fotos 38 y 39).

Estos síntomas se confunden fácilmente con manchas genéticas o fisiológicas, muy comunes en las hojas del maíz. Los síntomas son semejantes también a los del moteado, los cuales se observan en las primeras fases de la infección por *Curvularia*.

Rayado foliar por *macrospora*

Stenocarpella macrospora, sin. *Diplodia macrospora*

No se tienen informes de que esta enfermedad cause pérdidas económicas, aunque sí afecta las siembras comerciales de maíz en zonas cálidas y húmedas. *Stenocarpella macrospora* es principalmente un agente de pudrición de mazorca, pero en condiciones climáticas apropiadas, puede causar daño a las hojas.

Los síntomas consisten en lesiones necróticas a lo largo de las nervaduras. Las lesiones son parecidas a las manchas producidas por bacterias o por *Exserohilum turcicum* (tizón foliar por *turcicum*). Sin embargo, si las hojas dañadas se sostienen contra la luz, se observa un marcado borde de color amarillo en las lesiones de *S. macrospora*, que no tienen las lesiones producidas por otros patógenos (foto 40). En climas húmedos, los picnidios negros productores de esporas que se forman en las lesiones necróticas emiten esporas en finos hilos oscuros y la lesión se parte (foto 41).



40



41



Pudrición de tallo por *Pythium*

Pythium aphanidermatum, *Pythium* spp.

Las especies *Pythium* causan pudrición del tallo y de la semilla, y tizones en las plántulas. Esta enfermedad ocurre en algunas zonas subtropicales o tropicales cálidas y húmedas, y en regiones templadas.

Generalmente, los entrenudos inferiores se suavizan y se oscurecen tomando un aspecto acuoso y causando el acame de las plantas. Los entrenudos dañados se tuercen antes de que las plantas se acamen. Las plantas enfermas pueden permanecer vivas hasta que el tejido vascular se destruye (foto 42).

Es necesario hacer aislamientos en medios de cultivo para distinguir entre las pudriciones del tallo por *Pythium* y por *Erwinia*.

Esta enfermedad puede afectar las plantas antes de la floración.

Putridiones de tallo por *Gibberella* y *Fusarium*

Fusarium moniliforme sin. *Fusarium verticillioides*
(Teleomorfo: *Gibberella fujikuroi*)

Gibberella zeae (Anamorfo: *Fusarium graminearum*)

Dos especies de *Fusarium* causan pudriciones del tallo en el maíz:

Fusarium moniliforme es más común en climas secos y cálidos. Es particularmente dañina si comienza antes de la floración (foto 43).

Gibberella zeae es más común en regiones frías. Es uno de los agentes causantes de pudrición del tallo más perjudiciales (foto 44).

Los síntomas producidos por estos patógenos semejan aquellos causados por *Stenocarpella* o *Cephalosporium*, y no se les puede distinguir hasta que son visibles las estructuras que producen las esporas. Las plantas marchitas permanecen erectas cuando se secan y aparecen lesiones pequeñas de color café oscuro en los entrenudos inferiores. Al partirlos verticalmente, se observa que el floema de los tallos infectados es café oscuro y que hay un oscurecimiento conspicuo general de los tejidos.

En las etapas finales de la infección, la médula es destruida y los tejidos adyacentes pierden su color.



43



44



45



46

Carbón de la espiga

Sphacelotheca reiliana

El carbón de la espiga puede ocasionar daños económicos significativos en zonas maiceras tanto secas y cálidas como de altitud intermedia y clima templado.

La infección es sistémica, lo cual significa que el hongo penetra las plántulas y se desarrolla dentro de las plantas sin que éstas muestren síntomas, hasta que llegan a la floración y la emisión de estigmas.

Los síntomas más conspicuos son: a) el desarrollo anormal de las espigas (panojas), que se deforman y crecen excesivamente (foto 45); b) la formación de masas negras de esporas en algunas florecillas macho, y; c) el desarrollo de masas negras de esporas en lugar de mazorcas, que dejan al descubierto los haces vasculares desgarrados (foto 46).

Falso carbón de la espiga

Ustilaginoidea virens

El falso carbón de la espiga se presenta muy raramente en condiciones húmedas, secas y cálidas, y por lo general el hongo afecta más bien las inflorescencias del arroz que las del maíz.

Los síntomas difieren de aquellos causados por otros carbones del maíz. El falso carbón de la espiga no produce malformación de la espiga ni infecta la mazorca, como lo hace el verdadero carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*); sólo unas pocas florecillas macho en la espiga muestran masas de esporas de color verde oscuro (soros; foto 47). También difiere del carbón común (*Ustilago maydis*) en que no produce agallas ni las malformaciones características de éste.



47



48



49

Necrosis vascular y marchitez tardía

Acremonium strictum

(sin. *Cephalosporium acremonium*) y *C. maydis*

La necrosis vascular es causada por *Cephalosporium acremonium* y está ampliamente distribuida por todo el mundo. La marchitez tardía, causada por *C. maydis*, sólo se ha detectado en Egipto y la India. Ambas enfermedades causan la muerte prematura de las plantas al aproximarse a la floración (foto 48); son más frecuentes en suelos pesados y húmedos en las regiones cálidas. La infección se puede originar desde el suelo o mediante semilla infectada.

Las plantas infectadas no muestran síntomas hasta que llegan a la floración y empiezan a marchitarse; lo primero que se marchita son las hojas superiores. Las plantas producen mazorcas pequeñas o con grano poco desarrollado y arrugado. Al abrirlos verticalmente, se puede ver que los haces vasculares de los tallos enfermos tienen una coloración parda que comienza desde las raíces (foto 49). Se observan síntomas similares en plantas infectadas por *Fusarium moniliforme*.

Pudrición de tallo por antracnosis

Anamorfo: *Colletotrichum graminicola*

(Teleomorfo: *Glomerella graminicola*)

El hongo *Colletotrichum graminicola* causa pudrición del tallo y tizón de la hoja. La pudrición del tallo se ha reportado principalmente en zonas cálidas y húmedas en todo el mundo. Los síntomas de la infección se manifiestan claramente en forma de lesiones oscuras, alargadas y angostas (primero cafés y luego negras) a lo largo de la superficie del tallo; aparecen cuando las plantas se acercan a la floración (foto 50). En las plantas infectadas se observan marchitamiento prematuro (causado por la destrucción total del tejido de la médula) y desgarramiento de los haces vasculares, que adquieren una coloración café oscura (foto 51). Dado que éste y otros hongos sobreviven al invierno en los tejidos infectados del maíz, se ha reportado que las prácticas de agricultura de conservación, en las que se aplican coberturas orgánicas (mantillo), aumentan la incidencia de la enfermedad.

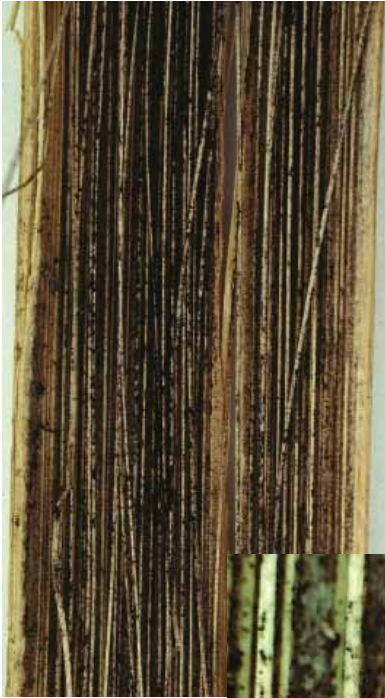
(foto cortesía del Dr. R. Carvalho)



50



51



52



53

Pudrición carbonosa del tallo

Macrophomina phaseolina

La pudrición carbonosa del tallo es más común en climas cálidos y secos. La incidencia aumenta rápidamente cuando predominan condiciones de sequía y temperaturas altas antes de la floración.

El patógeno invade las raicillas de la plántula. Después de la floración, uno de los primeros síntomas es el secado anormal del tejido de las hojas superiores. Cuando las plantas se aproximan a la madurez, las partes internas de los tallos muestran una coloración negruzca y desgarramiento de los haces vasculares (foto 52), principalmente en los entrenudos inferiores del tallo. Un examen cuidadoso de la corteza y de los haces vasculares revela fácilmente la presencia de esclerocios pequeños y negros (foto 53), los cuales pueden sobrevivir al invierno durante varios meses e infectar el siguiente cultivo. Puede ser que el hongo infecte también los granos, dándoles una coloración oscura.

Son muchos los cultivos que pueden servir como hospedantes de este patógeno.

Pudrición de tallo por *Botryodiplodia*

Botryodiplodia theobromae

Esta enfermedad se reportó por primera vez en la India, pero se ha encontrado también en varios otros países en Asia, África y el Continente Americano. Se desarrolla en climas cálidos y húmedos.

Las plantas enfermas se secan prematuramente. Si se hace un corte vertical a los tallos, se puede notar el desgarramiento de la médula y una decoloración de gris oscuro a negra en los haces vasculares. En las áreas podridas se observa abundante micelio grisáceo principalmente confinado en los entrenudos más bajos de la planta (foto 54).

A diferencia de la pudrición carbonosa, la pudrición por *Botryodiplodia* no produce esclerocios negros en forma de cabezas de alfiler en las áreas afectadas, pero sí abundante micelio algodonoso de color gris-negruczo en las cavidades que se forman en la médula de los entrenudos infectados.



54



55



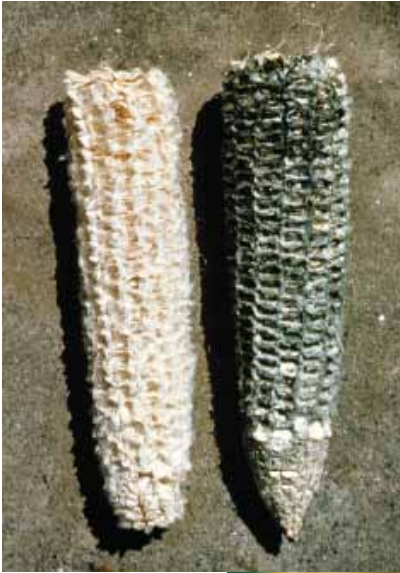
56

Pudrición de tallo por *Stenocarpella*

Stenocarpella maydis, sin. *Diplodia maydis*

S. macrospora, sin. *D. macrospora*

La especie *S. maydis* causa pudrición del tallo en zonas frías y húmedas, y *S. macrospora*, en zonas cálidas y húmedas. En variedades de maíz susceptibles se observa una coloración café en la médula de los entrenudos inferiores (fotos 55, 56). Los tallos se debilitan y se quiebran fácilmente cuando hay vientos o lluvias fuertes. Posteriormente, el síntoma más conspicuo consiste en la formación abundante de estructuras de esporas conocidas como picnidios en la superficie de los entrenudos dañados por la pudrición.



57



58

Pudrición de mazorca por *Penicillium*

Penicillium spp.

El daño más frecuente es causado por *Penicillium oxalicum*, aunque en ocasiones puede haber otras especies asociadas. Muchas veces la infección está asociada con el daño causado por insectos en la mazorca.

Un polvo de color azul-verdoso muy conspicuo crece entre los granos y sobre la superficie del olote (raquis) (fotos 57, 58). Los granos dañados por el hongo desarrollan un color amarillento y rayas visibles en el pericarpio.

Putridión de mazorca por *Aspergillus*

Aspergillus flavus, *Aspergillus* spp.

Esta enfermedad puede constituir un problema serio cuando se almacenan mazorcas infectadas con alto contenido de humedad. Existen varias especies de *Aspergillus* capaces de infectar las plantas de maíz en el campo. La más común es *A. niger*, que genera masas pulverulentas negras de esporas que cubren los granos y el olote o raquis, a diferencia de *A. glaucus*, *A. flavus* (foto 59) y *A. ochraceus*, cuyas masas normalmente son amarillo-verdosas; y de *A. parasiticus*, la especie menos común, cuya masa es verde hiedra.

Aspergillus flavus y *A. parasiticus* producen micotoxinas, conocidas como aflatoxinas, que resultan tóxicas para mamíferos y aves.





60

61



62



Pudriciones de mazorca por *Gibberella* y *Fusarium*

Fusarium graminearum (sin. *F. roseum*)
(Teleomorfo: *Gibberella zeae*)

Fusarium moniliforme, sin. *F. verticillioides*
(Teleomorfo: *Gibberella fujikuroi*)

En el maíz, estas dos especies de hongos provocan pudrición de mazorca y de tallo, y tizón en las plántulas. *Gibberella zeae*, el estado sexual del patógeno, es más común en las zonas frías y húmedas. Los primeros signos de la infección son la formación de micelios blancos, que van descendiendo desde la punta de la mazorca y dan una coloración rojiza y rosada a los granos infectados (foto 60). El hongo produce micotoxinas (conocidas como deoxinivalenol, zearalenona y zearalenol) que son tóxicas para varias especies animales.

La pudrición por *Fusarium moniliforme* es probablemente el patógeno más común de la mazorca de maíz en todo el mundo. A diferencia de *G. zeae*, el daño que causa *F. moniliforme* se manifiesta principalmente en granos individuales o en ciertas áreas de la mazorca (fotos 61, 62). Los granos infectados desarrollan un moho algodonoso o rayas blancas en el pericarpio y germinan estando aún en el olote. Por lo general, las mazorcas invadidas por barrenadores del tallo son infectadas por *F. moniliforme*. El hongo produce micotoxinas conocidas como fumonisinas, que son tóxicas para algunas especies animales.

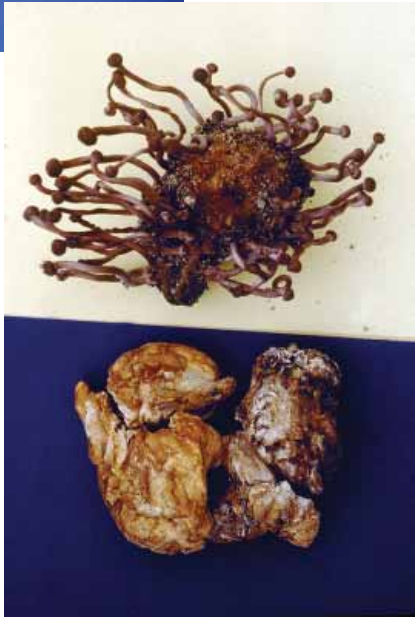
Cornezuelo, diente de caballo

Claviceps gigantea

Esta enfermedad (anamorfo *Sphacelia* sp.) es endémica en ciertas regiones elevadas, frías y húmedas de la meseta central de México. Los granos infectados se convierten en extensas estructuras fúngicas conocidas como esclerocios y se mezclan con los granos sanos (foto 63). En las primeras etapas de la infección, los esclerocios son de color claro, suaves y viscosos, y se van endureciendo a medida que se acerca la cosecha. No producen el polvo negro característico del carbón común, pero cuando caen al suelo, germinan y desarrollan muchas estructuras parecidas a cabezuelas (estromas), las cuales liberarán esporas nuevas durante la emisión de estigmas en el siguiente ciclo de cultivo (foto 64).

Este patógeno está estrechamente relacionado con el del cornezuelo del centeno y también produce alcaloides tóxicos.

63



64



65



66



67

Pudrición carbonosa de mazorca

Macrophomina phaseolina

Igual que la pudrición carbonosa del tallo (véase la página 57), esta enfermedad se desarrolla en regiones calientes y húmedas, con periodos secos, principalmente durante la floración. En el momento de la cosecha las mazorcas están disecadas y los granos están flojos, son de color amarillo claro y tienen rayas oscuras debajo del pericarpio. Los granos son fácilmente removidos del olote (raquis) y muestran esclerocios superficiales negros, pequeños y redondos, como del tamaño de un alfiler (fotos 65-67).

Las plantas afectadas por la pudrición carbonosa del tallo no siempre desarrollan pudrición de la mazorca transmitida por el mismo patógeno.

Pudrición de mazorca por *Nigrospora*

Anamorfo: *Nigrospora oryzae*
(Teleomorfo: *Khuskia oryzae*)

Esta enfermedad está ampliamente distribuida y el hongo causante sobrevive generalmente en los residuos de las plantas que quedan en el campo.

Las mazorcas están disecadas (momificadas) y no pesan. Además, los granos están manchados y se desprenden fácilmente del olote. Un examen cuidadoso de los tejidos del olote y de las puntas de los granos mostrará pequeñas masas negras de esporas (fotos 68, 69).

68



69





70

Pudrición gris de mazorca

Physalospora zeae (sin. *Botryosphaeria zeae*)
(Anamorfo: *Macrophoma zeae*)

Si, después de la floración, llega a presentarse un periodo de varias semanas de mucho calor o humedad, esto favorecerá la pudrición de la mazorca. Los primeros síntomas son muy similares a aquellos de *Stenocarpella*: aparece un moho blanco-grisáceo que crece entre los granos y las brácteas, que luego se decoloran y se aglutinan. En las etapas posteriores de la infección, los dos hongos se pueden identificar con facilidad.

- (a) Pudrición gris de mazorca. La mazorca tiene un marcado color negro; el moho es también oscuro y produce pequeños esclerocios o puntos negros dispersos en la mazorca (foto 70 cortesía del Dr. A.J. Ullstrup).
- (b) Pudrición de mazorca por *Stenocarpella* (véase la página 83). La mazorca es de color gris-pardusco y el moho, blanco con picnidios negros que cubren el olote y los granos.

Carbón común

Ustilago maydis

El carbón común ocurre en todas las regiones productoras de maíz, pero puede ser más grave en climas húmedos y templados que en las tierras bajas tropicales con clima caluroso y húmedo.

El hongo ataca las mazorcas, los tallos, las hojas y las espigas (fotos 71-73). Unas agallas blancas cerradas muy conspicuas sustituyen a los granos individuales. Con el tiempo las agallas se rompen y liberan masas negras de esporas que infectarán las plantas de maíz del siguiente ciclo de cultivo. La enfermedad causa daños más graves en plantas jóvenes en estado activo de crecimiento y puede producirles enanismo o matarlas.

El carbón común se distingue fácilmente del carbón de la espiga por la ausencia de tejidos vasculares que aparecen en forma de fibras en las mazorcas infectadas por este patógeno.

71



72



73



74



75



***Botryodiplodia* o pudrición negra del grano**

Botryodiplodia theobromae

Esta enfermedad ha sido reportada en la India, Nigeria, Pakistán y Tailandia y, en menor grado, en el Continente Americano. El mismo hongo puede producir pudrición del tallo de una coloración oscura conspicua, en climas húmedos y cálidos (véase la página 58).

Las mazorcas infectadas producen granos brillantes de color negro oscuro (fotos 74, 75); algunas veces las brácteas también se oscurecen y se desgarran.

No se han reportado pérdidas económicas causadas por esta enfermedad.

Pudrición de mazorca por *Cephalosporium*

Acremonium strictum

(sin. *Cephalosporium acremonium*)

Esta enfermedad es común en tierras bajas y cálidas del trópico y el subtrópico. Los granos infectados tienen rayas blancas en el pericarpio (foto 76) y los síntomas son similares a los que causa *Fusarium moniliforme*.

Pudrición de mazorca por *Hormodendrum*

Hormodendrum cladosporoides

(sin. *Cladosporium cladosporoides*), *C. herbarum*

No se han reportado pérdidas económicas causadas por esta enfermedad.

Comienzan a formarse rayas de color café oscuro o verde en la base del olote y de los granos. Cuando el daño es total, las mazorcas tienen un tono oscuro y son muy ligeras (foto 77). Algunas veces, el hongo logra penetrar la mazorca por lesiones físicas en las puntas del grano.

76



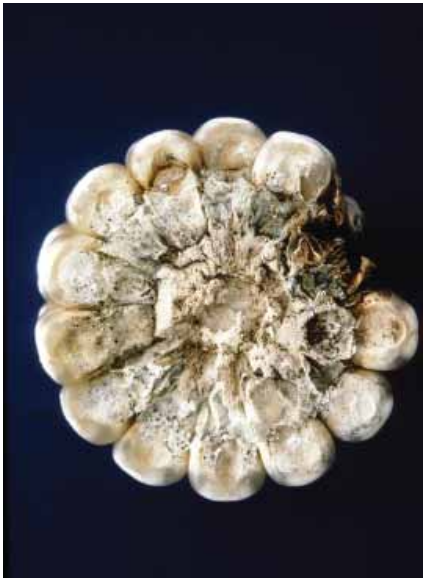
77



78



79



Pudrición de mazorca por *Stenocarpella*

Stenocarpella maydis, sin. *Diplodia maydis*, *S. macrospora*, sin. *D. macrospora*

La pudrición de mazorca por *Stenocarpella* se encuentra con más frecuencia en las zonas productoras de maíz cálidas y húmedas.

Las mazorcas presentan un crecimiento característico de áreas necróticas irregulares en las brácteas; estas áreas se ensanchan y secan completamente las brácteas, aun cuando la planta esté verde todavía. Si se desprenden las brácteas, las mazorcas están disecadas y blanquecinas, con moho blanco algodonoso entre los granos (foto 78). Después se forma un gran número de pequeños picnidios negros entre los granos y los tejidos de la superficie del olote (foto 79). Los picnidios sirven como fuente de inóculo para el siguiente ciclo de cultivo. Sólo mediante una observación microscópica de las esporas se puede saber qué patógeno se encuentra presente.

Las mazorcas con infecciones graves son muy ligeras. La infección se produce con mayor frecuencia a través del pedúnculo de la mazorca y se extiende desde el olote hacia los granos. Las lesiones causadas por los barrenadores del tallo a la mazorca a menudo aumentan la incidencia de la enfermedad. *Stenocarpella maydis* produce la micotoxina conocida como diplodiatoxina y *S. macrospora* produce diplodiol. Ambas sustancias son tóxicas para las aves.

Pudrición de tallo bacteriana

Erwinia chrysanthemi pv. *zoeae*, sin. *Erwinia carotovora* f. sp. *zoeae*

Este patógeno se encuentra en climas con temperaturas altas y bastante humedad. Se propaga rápidamente en la planta hospedante y la destruye.

Las plantas infectadas son de color oscuro, tienen un aspecto acuoso en la base del tallo (fotos 80, 81), se acaman y mueren poco después de la floración.

La descomposición bacteriana produce un olor característico desagradable.



80

81





82

83



Marchitez de Stewart

Erwinia stewartii, sin. *Pantoea stewartii*

Se sabe que el patógeno es transmitido por coleópteros (*Chaetocnema pulicaria*) del maíz y en contadas ocasiones también por medio de la semilla. Cuando comienza la infección, las lesiones son alargadas y acuosas, y adquieren un color amarillo claro, con márgenes irregulares a lo largo de las hojas (foto 82). La infección puede llegar al tallo y provocar achaparramiento, marchitez y muerte de la planta. Las plantas gravemente infectadas que forman semilla producen mazorcas pequeñas con poco grano. Una infección al final del ciclo de cultivo puede causar necrosis foliar grave pero no marchitez (foto 83).

Las heridas causadas por los insectos vectores al alimentarse sirven como puntos de entrada para el patógeno, que es transportado de un ciclo de cultivo a otro por los coleópteros.

Rayado foliar bacteriano

Pseudomonas rubrilineans, sin. *P. avenae*, *Acidovorax avenae* subsp. *avenae*

Si bien no se han reportado daños graves causados por esta enfermedad, se le puede considerar un problema en ciertas zonas cálidas y húmedas donde se utiliza germoplasma susceptible.

El rayado causado por bacterias afecta a las plantas de maíz susceptibles desde sus primeras fases de desarrollo (plántula) hasta después de la floración. Las hojas desarrollan varias lesiones pequeñas de color verde claro. En condiciones climáticas óptimas, las lesiones se extienden a lo largo de las nervaduras y producen un rayado conspicuo, principalmente en las hojas más jóvenes. Más tarde, las rayas se secan y se oscurecen (foto 84); a menudo el tejido foliar infectado presenta desgarramiento. El grave daño causado a las hojas superiores provoca la pudrición de la espiga, cuando las hojas muertas envuelven la espiga (foto 85).

84



85





Enanismo clorótico del maíz

(Maize chlorotic dwarf virus, MCDV)

Las plantas infectadas muestran inicialmente pequeñas manchas cloróticas que más tarde desarrollan una clorosis general en las hojas del cogollo (verticilo) (foto 86). Las plantas no se desarrollan totalmente por el acortamiento de los entrenudos, y las hojas pueden adquirir una coloración rojiza después de la floración, parecida a los síntomas de enrojecimiento causados por el achaparramiento y el enanismo arbustivo del maíz. Los transmisores de esta enfermedad son las chicharritas *Graminella nigrifrons* y *G. sonora*, que, al alimentarse de una planta infectada, propagan el virus durante largos periodos. El zacate (grama) Johnson sirve como hospedante alterno del virus y del vector cuando no hay maíz. Hasta el momento, esta enfermedad solo se ha encontrado en la parte continental de los Estados Unidos de Norteamérica, pero es probable que tenga una distribución más amplia.

Moteado clorótico del maíz

(Maize chlorotic mottle virus, MCMV)

En las primeras etapas de la infección, las hojas más jóvenes muestran pequeñas manchas cloróticas que se fusionan y forman bandas cloróticas anchas a lo largo de las nervaduras. Las bandas cloróticas contrastan con el tejido verde oscuro normal cuando se observan contra la luz (fotos 87, 88). Las hojas con clorosis finalmente mueren. Las plantas infectadas presentan enanismo a causa del acortamiento de los entrenudos y producen un menor número de mazorcas pequeñas. En la mayoría de los casos la espiga se deforma.

El virus es transmitido principalmente por varios coleópteros crisomélidos, como *Chaetocnema pulicaria* y *Diabrotica* spp., durante un breve periodo. Los datos disponibles sobre el virus indican que su transmisión por medio de la semilla ocurre muy pocas veces.

Cuando el virus aparece junto con el mosaico del enanismo del maíz (MDMV) o con el mosaico rayado del trigo (WSMV), provoca una reacción aguda conocida como necrosis letal del maíz (MLN) (véase la página 96).



87

88





89



91

90



Mosaico del enanismo del maíz

(Maize dwarf mosaic virus, MDMV)

Mosaico de la caña de azúcar

Sugarcane mosaic virus, SCMV)

Estos virus son transmitidos por varios géneros y especies de pulgones (por ejemplo, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch)) y rara vez por medio de la semilla (foto 89). Al alimentarse de una planta enferma, los pulgones adquieren el virus y de inmediato comienzan a propagarlo. Este tipo de patógenos puede afectar a otros hospedantes, incluidos pastos y cereales como el sorgo, el zacate Johnson y la caña de azúcar, pero no atacan a las especies de hoja ancha. Las plantas infectadas desarrollan un mosaico característico (irregularidades en la distribución del color verde normal) en la base de las hojas más jóvenes (foto 90). Algunas veces la apariencia del mosaico se intensifica por las rayas cloróticas angostas que se forman a lo largo de las nervaduras. Posteriormente, las hojas más jóvenes muestran una clorosis general y las rayas son más grandes y abundantes (foto 91). A medida que las plantas se aproximan a la madurez, el follaje adquiere una coloración purpúrea o rojiza. Dependiendo de la etapa de desarrollo de la planta en que haya ocurrido la infección, podría presentarse un elevado grado de enanismo. Las plantas infectadas durante las primeras etapas producen mazorcas muy pequeñas o son totalmente estériles.

Se ha reportado que en China la SCMV ha causado daños graves a la producción de maíz.

Necrosis letal del maíz

(Maize lethal necrosis, MLN)

Esta enfermedad es causada por la combinación de dos virus, que pueden ser el virus del moteado clorótico del maíz (MCMV) y el virus mosaico del enanismo del maíz (MDMV) o el virus del mosaico rayado del trigo (WSMV). En caso de que sólo los dos últimos se combinen, no se desarrollará necrosis letal. Las plantas infectadas no crecen normalmente, se vuelven cloróticas y mueren hacia la época de la floración (foto 92). No producen mazorcas las plantas infectadas durante las primeras etapas de desarrollo.





93

94



Mosaico I del maíz

(Maize mosaic virus I, MMV)

Esta enfermedad se ha detectado en muchos países del mundo. El insecto vector es la chicharrita del maíz *Peregrinus maidis*, la cual al alimentarse de una planta enferma adquiere el virus y propaga la infección hasta que muere. Ese mismo vector transmite el virus del rayado del maíz. Entre los hospedantes del MMV se encuentran el maíz, el sorgo y algunas otras especies de gramíneas. Las plantas son más susceptibles cuando son infectadas de 4 a 6 semanas después de la emergencia. Los síntomas más conspicuos son el enanismo y el rayado a lo largo de las nervaduras (fotos 93, 94).

El grado del enanismo depende de la edad de la planta en el momento de la infección. Debido al acortamiento de los entrenudos, las hojas se ven amontonadas y erectas. Comenzando en la base de las hojas se forman rayas muy finas y continuas a lo largo de las nervaduras. Posteriormente, los síntomas incluyen hojas más cortas que las normales, de apariencia áspera y carnosa. Las bandas pueden ser de color amarillo intenso que finalmente desarrollan tejido necrótico. Antes de la necrosis total de los tejidos, el follaje toma una coloración rojiza o púrpura oscuro.

Virus bandeado del maíz

(Maize stripe virus, M StV)

Esta enfermedad se ha detectado en las regiones tropicales de África, Asia y el Continente Americano, incluyendo Hawai, la India y Australia.

En las hojas, los síntomas iniciales consisten en pequeñas manchas cloróticas que más tarde se convierten en bandas cloróticas angostas en las hojas más jóvenes. La anchura de las bandas cloróticas puede variar y extenderse desde la base hasta la punta de las hojas (fotos 95, 96). Las plantas infectadas generalmente muestran enanismo y la espiga queda torcida hacia abajo. El desarrollo normal de las mazorcas y el rendimiento disminuyen.

El virus es transmitido por chicharritas del maíz del género *Peregrinus maidis*, las cuales al alimentarse de una planta enferma adquieren el virus y propagan la infección hasta que mueren. El vector puede también transmitir el virus del mosaico I del maíz.

95



96





97

98



Virus del rayado del maíz

(Maize streak virus, MSV)

Esta enfermedad, que se reportó inicialmente en el este de África, se ha extendido a muchos otros países de ese continente. El virus es transmitido por chicharritas del género *Cicadulina* spp. Entre ellas, *C. mbila* (Naudé) es la especie más importante, ya que al alimentarse de una planta enferma adquiere el virus y propaga la infección hasta que muere. Los primeros síntomas de la enfermedad, que consisten en manchas muy pequeñas, redondas y aisladas en las hojas más jóvenes, se presentan una semana después de la inoculación. El número de manchas aumenta a medida que la planta crece. Aunque las manchas se desarrollan a lo largo de las nervaduras, en poco tiempo son más abundantes en las bases de las hojas y particularmente conspicuas en las hojas más jóvenes. Las hojas completamente desarrolladas muestran una clorosis con rayas discontinuas amarillas a lo largo de las nervaduras, que contrastan con el color verde oscuro del follaje normal (fotos 97, 98). Cuando la infección es grave, hay achaparramiento y las plantas o mueren prematuramente o no se desarrollan. Muchos cultivos de cereales y pastos silvestres sirven como depositarios del virus y de los vectores.

Enanismo rugoso del maíz

(Maize rough dwarf virus, MRDV)

Este virus se conoce desde hace varios años en países europeos y asiáticos, y su variante “Mal de Río Cuarto” en Argentina y Uruguay. Las plantas infectadas presentan síntomas de achaparramiento. Las nervaduras secundarias se vuelven cloróticas y gruesas. Las hojas se endurecen; las más jóvenes se enroscan hacia arriba y presentan un crecimiento excesivo (enaciones) en las nervaduras del envés de la hoja (foto 99). Los síntomas se pueden detectar en las plántulas de aproximadamente un mes de edad. En etapas posteriores, las plantas infectadas adquieren un color rojizo, no producen mazorcas o éstas son muy pequeñas y a menudo tienen la punta doblada. La espiga y las hojas superiores se deforman y no terminan de desarrollarse (foto 100).

El virus es transmitido por varias especies de delfácidos, entre ellos, *Laodelphax striatellus* (que transmite el MRDV) y *Delphacodes kuscheli* (que transmite el MRCV). El vector al alimentarse de una planta enferma adquiere el virus y propaga la infección hasta que muere; las hembras lo transmiten a las siguientes generaciones por medio de sus huevecillos.

Se ha reportado que el virus de Mal de Río Cuarto ha causado daños cuantiosos a la producción de maíz en la zona central de Argentina, y MRDV, en el norte de China.

99



100





101

102



Virus del rayado fino del maíz

(Maize rayado fino virus, MRFV)

El “rayado fino” es causado por un virus transmitido por la chicharrita *Dalbulus maidis*, que al alimentarse de una planta enferma adquiere el virus y propaga la infección hasta que muere. *Dalbulus maidis* es también un vector del espiroplasma del enanismo del maíz y del fitoplasma del enanismo arbustivo. Este virus se encuentra desde el sur de América del Norte hasta América del Sur, incluido el Caribe, y se ha observado que en varios países centroamericanos reduce el rendimiento hasta en un 43%.

Las chicharritas pueden ser portadoras de más de uno de estos patógenos a la vez y por eso son comunes las infecciones mixtas. Los síntomas se manifiestan unas dos semanas después de que las plantas han sido inoculadas. Las pequeñas manchas cloróticas y aisladas se pueden ver fácilmente colocando las hojas contra la luz (foto 101). Más tarde, las manchas se vuelven más numerosas y se fusionan, formando rayas de 5 a 10 cm a lo largo de las nervaduras (foto 102). Si la infección se produce en la época de floración, es posible que las plantas no muestren síntomas, pero si ocurre en la etapa de plántula, los granos no se forman bien y su llenado es deficiente.

Enanismo arbustivo del maíz

(Maize bushy stunt, MBS)

Fitoplasma del enanismo arbustivo del maíz, sin. Micoplasma del enanismo arbustivo del maíz

Esta enfermedad se ha detectado en varios países, desde el sur de los Estados Unidos de Norteamérica hasta Argentina. El patógeno es transmitido por las chicharritas *Dalbulus maidis*, *D. elimatus* y otras especies de *Dalbulus*. El vector, al alimentarse de una planta enferma, adquiere el virus y propaga la infección hasta que muere. Los mismos vectores pueden transmitir el MRFV y el espiroplasma del enanismo del maíz, y por eso son comunes las infecciones mixtas en las plantas.

El patógeno es un mollicute no helicoidal denominado fitoplasma, anteriormente conocido como micoplasma. El MBS es más común en zonas relativamente frescas, mientras que los climas cálidos y húmedos propician el enanismo del maíz.

Las plantas infectadas muestran diversos síntomas, dependiendo del genotipo del maíz. Los síntomas más comunes son clorosis en los márgenes de las hojas jóvenes, y las puntas adquieren gradualmente un tono rojo púrpura a medida que se aproximan a la madurez.

Un síntoma conspicuo es el macollamiento excesivo de las plantas, que también adquieren un color rojizo y clorótico (foto 103) y ocurre con mayor frecuencia en germoplasma de tierras altas. Los síntomas en las hojas son más notorios al aproximarse la época de la floración. Las yemas axilares se desarrollan hasta formar mazorcas estériles. Cuando la planta es infectada al comienzo de su desarrollo, se producen mazorcas en muchos de los nudos, pero su diámetro y el tamaño del grano son reducidos, lo cual disminuye enormemente el rendimiento (foto 104).

A simple vista en el campo no es posible distinguir entre los síntomas causados por el fitoplasma del enanismo arbustivo del maíz y aquellos causados por el espiroplasma del achaparramiento del maíz.

103



104



105

106



Achaparramiento del maíz

(Corn stunt, CS)

Spiroplasma kunkeli, sin. Espiroplasma del achaparramiento del maíz

Esta enfermedad es conocida en las tierras bajas cálidas y húmedas de varios países de América Central y América del Sur, el Caribe, el sureste de los Estados Unidos de Norteamérica y México, aunque también se le encuentra en elevaciones de más de 2,000 metros. La enfermedad es transmitida por chicharritas de la especie de los cicadélidos *Dalbulus maidis*, *D. elimatus* y de otras especies menos importantes. Los vectores al alimentarse de una planta enferma adquieren el virus y propagan la infección hasta que se mueren. El mismo vector puede transmitir el MRFV y el MBS, y por eso son comunes las infecciones mixtas. El patógeno es el mollicute helicoidal *Spiroplasma kunkelii*.

Las plantas infectadas muestran diversos síntomas, dependiendo del genotipo del maíz. Los más comunes se manifiestan en las hojas, que se vuelven rojizas o purpúreas, amarillentas (foto 105), y mediante las rayas cloróticas en la base de las hojas más jóvenes, cuyas puntas pueden volverse color púrpura rojizo (foto 106). Por lo general, los síntomas foliares aparecen al aproximarse la época de la floración. El enanismo o achaparramiento de las plantas se debe al acortamiento de los entrenudos. Las yemas axilares desarrollan mazorcas estériles en muchos de los nudos, y se observa una ramificación excesiva de raíces. En casos graves puede ser que las plantas no produzcan mazorca, o, cuando las hay, su diámetro se reduce considerablemente, o su formación de grano es deficiente. Las plantas mueren prematuramente.

Clave de diagnóstico

Síntomas	Enfermedad	Página
Tallo		
Decoloración negra del tallo; desgarramiento del interior; haces de material negro.	Pudrición carbonosa	57
Lesiones oscuras angostas y alargadas en el tallo que luego se oscurecen, marchitez y tejido vascular desgarrado color café oscuro.	Pudrición de tallo por antracnosis	54
Tallos quebrados; médula de color pardusco; después, abundantes estructuras que producen esporas.	Pudrición de tallo por <i>Stenocarpella</i> , <i>Gibberella</i> o <i>Fusarium</i>	61 46
Lesiones oscuras; pudrición.	Mancha café (peca)	2
Tejido vascular de color café que se extiende por los entrenudos, icomenzando por las raíces; marchitez de la planta que comienza en la etapa de la floración.	Necrosis vascular y marchitez tardía	53
Hojas cloróticas y rojizas; achaparramiento; planta arbustiva con muchos macollos.	Enanismo arbustivo del maíz	108
Planta seca; interior del tallo desgarrado y decolorado; masas oscuras y algodonosas.	Pudrición del tallo por <i>Botryodiplodia</i>	58
Achaparramiento; clorosis; muerte cerca del periodo de la floración.	Necrosis letal del maíz	96
Enanismo; acortamiento de los internudos; manchas verdes en las hojas.	Moteado clorótico del maíz Enanismo clorótico del maíz	92 91

Síntomas	Enfermedad	Página
Enanismo; acortamiento de los entrenudos; desarrollo de yema axilar; ramificación excesiva de la raíz; enrojecimiento de las hojas y/o amarillamiento de los márgenes, rayas cloróticas en la base de las hojas.	Achaparramiento del maíz	111
Retorcimiento; entrenudos oscuros; aspecto suave y acuoso; acame.	Pudrición de tallo por <i>Pythium</i>	45
Áreas oscuras y acuosas en la base del tallo; olor desagradable; acame.	Pudrición de tallo bacteriana	84
Hojas		
Crecimiento veloso en el haz y envés de la hoja, rayado, síntoma parcial de la hoja o clorosis general; hojas angostas y anormalmente erectas.	Mildiús vellosos (cenicillas)	5
Lesiones con centros oscuros, de unos 2 mm de diámetro.	Mancha foliar por <i>Curvularia</i>	33
Lesiones que comienzan como manchas necróticas pequeñas, concéntricas y regulares de color pardusco que crecen paralelas a las nervaduras.	Mancha foliar por <i>Cercospora</i>	34
Lesiones que se fusionan y producen manchado intenso y necrosis.	Mancha foliar por <i>Septoria</i>	38
Lesiones alargadas, ahusadas y necróticas; pueden fusionarse y provocar la quemadura de la planta.	Tizón foliar por <i>turcicum</i>	17

Síntomas	Enfermedad	Página
Lesiones ovaladas, necróticas, con márgenes estrechos y amarillos a lo largo de las nervaduras.	Rayado foliar por <i>macrospora</i>	42
Lesiones ovaladas, necróticas que crecen paralelas a las nervaduras. y más tarde infectan las hojas.	Amarillamiento por tizón foliar	25
Lesiones alargadas, zonadas y parduscas o cafés, delgadas y alargadas.	Mancha foliar por <i>carbonum</i>	21
Lesiones verde claro a lo largo de las nervaduras, que se convierten en rayas y, posteriormente, en desgarramiento de color blanco-grisáceo a café.	Rayado foliar bacteriano	88
Lesiones redondas y translúcidas que desarrollan centros de color crema y anillos que varían de negro a púrpura, circundados por una aureola amarilla.	Mancha foliar por <i>Kabatiella</i>	41
Lesiones pequeñas, necróticas, que se fusionan y se convierten en manchas concéntricas y necróticas.	Mancha foliar por <i>Leptosphaeria</i>	29
Lesiones pequeñas, de color café claro que se extienden a lo largo de las nervaduras secundarias y que con frecuencia se fusionan.	Tizón foliar por <i>maydis</i>	18
Lesiones de aspecto acuoso, con un margen irregular a lo largo de las nervaduras; a menudo se tornan amarillas y se extienden hacia el tallo.	Marchitez de Stewart	87

Síntomas	Enfermedad	Página
Estructura de mosaicos en las hojas más jóvenes; rayas, clorosis general que se vuelve purpúrea o rojiza, y achaparramiento.	Virus del mosaico del enanismo del maíz Virus del mosaico de la caña de azúcar	95 95
Pústulas pequeñas, redondas y pulverulentas de color anaranjado claro; después se oscurecen.	Roya por <i>polysora</i>	10
Pústulas pequeñas, alargadas y pulverulentas de color café oscuro; después se ennegrecen.	Roya común	9
Pústulas pequeñas, redondas y ovaladas, rodeadas de un borde de color negro.	Roya tropical	10
Anillos alargados, concéntricos y necróticos.	Mancha foliar zonal	37
Manchas concéntricas en las hojas y las vainas; masas filamentosas en las lesiones.	Mancha bandeada de hoja y vaina Borde blanco	26 13
Manchas brillantes, abultadas y negras; después se vuelven necróticas, se fusionan y causan la muerte de las hojas.	Complejo mancha de asfalto	14
Manchas cloróticas en la lámina foliar y manchas cafés en nervaduras centrales, vainas y tallos.	Mancha café (peca)	2
Lesiones irregulares óvalo-oblongas, de color amarillo a café rojizo, en las hojas jóvenes y muy viejas.	Antracnosis foliar	22
Manchas pequeñas de color verde claro a amarillo, que luego se vuelven cafés.	Mancha foliar por <i>Septoria</i>	38
Manchas pequeñas y necróticas, con aureolas de color claro.	Mancha foliar por <i>Curvularia</i>	33

Síntomas	Enfermedad	Página
Manchas pequeñas ovaladas y acuosas que se alargan y se convierten en lesiones elípticas y necróticas.	Tizón foliar por <i>turcicum</i>	17
Manchas pequeñas de color verde claro, de redondas a alargadas que posteriormente se vuelven cloróticas y, finalmente, necróticas, con márgenes de color café oscuro.	Mancha foliar por <i>Phaeosphaeria</i>	29
Marchas pequeñas y redondas que se convierten en lesiones necróticas oscuras (3 a 4 cm) con anillos concéntricos rodeados de manchas cloróticas.	Mancha foliar por <i>Hyalothyridium</i>	30
Lesiones necróticas, alargadas, de dos colores en el borde de la hoja y pequeños hongos blancos que se forman en el envés.	Borde blanco	13
Manchas pequeñas y blanquecinas, que se fusionan y forman una línea.	Virus del rayado fino del maíz	107
Rayado discontinuo y amarillo que comienza como manchas pequeñas, redondas y de color blanco.	Virus del rayado del maíz	103
Rayado, clorosis.	Moteado clorótico del maíz Virus del rayado fino del maíz Virus del rayado del maíz	92 107 103
Rayado, clorosis; las hojas se ven amontonadas y erectas; las hojas son ásperas, carnosas, de color púrpura oscuro.	Mosaico I del maíz	99
Rayado de blanco a amarillo, ancho, que cambia a púrpura en las puntas foliares; enrojecimiento y/o amarillamiento de los márgenes.	Achaparramiento del maíz	111

Síntomas	Enfermedad	Página
Marchitez, desde las hojas superiores, durante la floración.	Necrosis vascular	53
	Marchitez tardía	53
Quemadura de las hojas superiores que comienza en la floración.	Pudrición carbonosa	57
Mazorca		
Estéril o con formación de grano deficiente.	Mildiús vellosos (cenicillas)	5
	Achaparramiento del maíz	111
	Enanismo arbustivo del maíz	108
	Marchitez de Stewart	87
Grano negro y brillante; brácteas negras y desgarradas.	<i>Botryodiplodia</i> (pudrición negra del grano)	79
Polvo azul verdoso en el olote; granos rayados y cloróticos.	Pudriciones de mazorca por <i>Penicillium</i>	63
Rayas verde oscuro en el grano que comienzan en la base del olote.	Pudrición por <i>Hormodendrum</i>	80
Crecimiento de moho blanco rosáceo algodonoso; germinación en el olote	Pudrición de mazorca por <i>Gibberella</i> , <i>Fusarium moniliforme</i> o <i>Cephalosporium</i>	67
		89
Rayas blancas en el pericarpio	Pudrición de mazorca por <i>Fusarium moniliforme</i> o <i>Cephalosporium</i>	67
		80
Lesiones óvalo-oblongas de más de 2.3 cm en brácteas y vainas.	Tizón foliar por <i>maydis</i> raza "T"	18
Mazorcas de poco peso, de granos flojos y decolorados; puntos negros en los granos y el olote.	Pudrición de mazorca por <i>Nigrospora</i>	72
	Pudrición carbonosa de mazorca	71
Mazorcas de poco peso; granos flojos; germinación de grano en el olote.	Complejo mancha de asfalto	14

Síntomas	Enfermedad	Página
Mazorcas pequeñas o con granos poco desarrollados y arrugados.	Necrosis vascular	53
No se producen mazorcas o éstas son muy pequeñas.	Virus del mosaico del enanismo del maíz	95
	Virus del mosaico de la caña de azúcar	95
	Mildiús vellosos (cenicillas)	5
	Marchitez de Stewart	87
	Virus del enanismo rugoso del maíz	104
Granos de coloración rojiza o rosada en la punta de la mazorca.	Pudrición de mazorca por <i>Gibberella</i>	67
Granos dispersos en la mazorca y crecimiento de hongos de color rosa.	Pudrición de mazorca por <i>Fusarium moniliforme</i>	67
Mazorcas podridas de color oscuro.	Pudrición carbonosa de la mazorca	21
Mazorcas podridas, desarrollo de hongos algodonosos de color café claro; masas filamentosas en granos y olote que producen esclerocios redondos y oscuros en las brácteas.	Mancha bandeada de hoja y vaina	26
Masas viscosas y suaves, de color claro que sustituyen a los granos; se endurecen a medida que se acerca la cosecha.	Cornezuelo	68
Masas de esporas, de color oscuro y flojas, en lugar de mazorcas.	Carbón de la espiga	49
Granos dañados con masas pulverulentas de esporas oscuras, verde-amarillo, verde hiedra o blanquecinas.	Pudrición de mazorca por <i>Aspergillus</i>	64
Comienza con rayas finas que se convierten en anchas bandas cloróticas. Con frecuencia la punta de las plantas se dobla. La mazorca no se desarrolla.	Virus del rayado del maíz	100