

HOJAS DIVULGADORAS

Núm. 8/84 HD

ALGUNAS ENFERMEDADES CRIPTOGAMICAS DEL MAIZ

FERNANDO VARES MEGINO

Dr. Ingeniero Agrónomo del Instituto
Nacional de Investigaciones Agrarias



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION

ALGUNAS ENFERMEDADES CRIPTOGAMICAS DEL MAIZ

El cultivo del maíz ocupa el tercer lugar mundial, dentro de los cereales, después del trigo y del arroz. En España, según el Anuario de Estadística Agraria de 1980, se cultivaron, en tal año, 302.300 hectáreas de maíz híbrido grano que produjeron 1.758.100 toneladas métricas, así como 152.200 hectáreas de otros maíces para grano y 106.100 hectáreas de maíz forrajero que produjeron, respectivamente, 555.500 y 3.960.000 toneladas métricas.

El área mundial de cultivo comprende zonas templadas, subtropicales y tropicales, con adecuada pluviometría o suministro de agua por medio de riego.

Sobre el maíz aparecen un gran número de hongos, bacterias y virus patógenos que influyen tanto en el rendimiento de la cosecha como en la calidad de la misma. Las pérdidas mundiales debidas a estas enfermedades se calculan en el 9 por 100 de la producción anual.

En el cultivo del maíz, el único órgano que recibe tratamientos químicos fitosanitarios de forma sistemática contra las enfermedades es la semilla.

Los métodos de control aplicados en la mayoría de los casos, en el momento actual, se basan en el uso de variedades resistentes y en la realización de prácticas culturales adecuadas tales como rotación de cultivos, fertilización equilibrada y destrucción de restos de cosecha. Los fungicidas se usan, normalmente, como protectores de la semilla contra hongos del suelo, mientras que los organismos patógenos foliares se tratan, casi exclusivamente, en cultivos para producción de semilla.

La exposición que se hace a continuación queda restringida a una descripción general de las principales enfermedades provoca-

das por hongos en el maíz. Las enfermedades bacterianas y viróticas se consideran, normalmente, como de poca significación económica en este cultivo.

Algunas de las enfermedades que se incluyen son poco o nada conocidas en España, incluso inexistentes, pero se describen a título informativo previendo su posible extensión o aparición.

PODREDUMBRES DE LA SEMILLA Y ENFERMEDADES DE PLANTULAS

El maíz utilizado para la siembra puede ser afectado por diversos hongos alojados en el suelo o llevados por la propia simiente, dando lugar a podredumbres de ésta o a enfermedades de las plántulas que de ella resultan. En caso de infecciones graves, puede producirse la destrucción del embrión antes de tener lugar la germinación, o de las plántulas jóvenes antes o después de su emergencia.

Cuando el suelo está templado y con buen tiempo, el grano germina y la plántula se desarrolla rápidamente. Sin embargo, los suelos húmedos y fríos (10 a 13°C), los daños mecánicos de la cubierta de la semilla, la excesiva profundidad de siembra y una insuficiente humedad en el suelo después de la siembra originan una germinación lenta del grano. En este caso, el grano o la plántula, débil y sin defensas, pueden ser fácilmente atacados por ciertos hongos. Como consecuencia, si el ataque tiene lugar en el grano, se produce su podredumbre y rápida descomposición; si ha tenido lugar la emergencia de la plántula, ésta permanece raquítica y se producen marchitamiento y clorosis de las hojas, podredumbre de los tejidos del tallo alrededor de la línea del suelo o ambas cosas.

El grupo más importante de hongos patógenos del suelo, causantes de daños en los estados mencionados, corresponden a diversas especies del género *Pythium*. Estos hongos invernan en forma de esporas, denominadas oosporas, de gruesa pared, formadas durante el proceso de reproducción sexual, las cuales germinan en primavera para producir un nuevo órgano fructífero del hongo, los esporangios. Estos, a su vez, ponen en libertad otro



Fig. 1.—El control de las enfermedades en el cultivo del maíz es imprescindible para obtener altos rendimientos.

tipo de esporas, las zoosporas. Las infecciones tienen lugar a través de las grietas de la envoltura de la semilla y por penetración de los tejidos de la raíz y del tallo. En el caso del *Pythium*, se trata siempre de una contaminación procedente del suelo.

Las enfermedades de plántulas debidas a hongos transportados por la semilla, tal como el marchitamiento originado por *Helminthosporium maydis*, están relacionadas con la sanidad de la cosecha precedente.

En otras ocasiones, como ocurre con *Fusarium*, presente al igual que *Pythium* en todos los tipos de suelos, los hongos pueden ser aportados simultáneamente por la propia semilla y por el suelo.

Algunos hongos patógenos, de los que atacan a las plántulas, causan también podredumbres del tallo (*Pythium* spp.), podredumbres de la mazorca o de los granos (*Nigrospora oryzae*), o de ambas (*Fusarium moniliforme*, *Diplodia maydis*). Además, en plantas adultas, las podredumbres de raíz pueden ser causadas por algunos de los mismos hongos bajo condiciones desfavorables del cultivo.

El control de las enfermedades de las plántulas puede conseguirse mediante la siembra de semilla de buena calidad en suelo con temperatura adecuada. Los tratamientos químicos contra estos

hongos consisten, esencialmente, en utilizar fungicidas protectores de la semilla. A tal fin son usados, comúnmente, el tiram y el captan, que proporcionan una protección satisfactoria.

La mayor parte de las firmas productoras de semillas practican de forma habitual la adición del fungicida lo que hace, en tales casos, innecesario el tratamiento por el agricultor.

ENFERMEDADES DEL FOLLAJE

En este apartado se incluyen aquellas enfermedades que producen manchas en las hojas y marchitamiento de las mismas.

Los hongos que ocasionan manchas en las hojas más perjudiciales pertenecen al género *Helminthosporium*. Existen tres especies principales que ocasionan síntomas distintos:

Patógeno	Características
<i>Helminthosporium maydis</i> . . .	Lesiones de 1 a 3 cm que a menudo llegan a unirse unas con otras.
<i>Helminthosporium turcicum</i> . .	Lesiones de 2 a 15 cm.
<i>Helminthosporium carbonum</i> . .	Lesiones de 1 a 3 cm, redondeadas y con zonas coloreadas concéntricas.

Este grupo de hongos atrajo la atención mundial en 1970 cuando una nueva raza de *H. maydis* dió origen a una epidemia que causó estragos en los Estados Unidos de Norteamérica sobre híbridos de maíz que poseían el citoplasma androestéril Texas, con pérdidas de producción que alcanzaron cientos de millones de dólares. Los tres hongos a que hacemos mención pueden distinguirse entre sí por el tamaño y forma de las lesiones, por las dimensiones extremas de sus esporas y por su diferente distribución geográfica.

Las infecciones iniciales tienen lugar a partir de restos infectados de cosechas o de semillas infectadas. Posteriormente, el tiempo húmedo y las temperaturas moderadas favorecen la diseminación de estas enfermedades. El *Helminthosporium maydis* prefiere para su desarrollo regiones ligeramente más cálidas que

los otros dos. Las pérdidas de producción son particularmente pronunciadas cuando las infecciones tienen lugar al principio de la estación.

Helminthosporium maydis. Nishikado y Miyake.

Existen dos razas de este hongo que son capaces de atacar al maíz, las denominadas O y T.

Los síntomas producidos por la raza O del hongo, conocida desde hace mucho tiempo en países tropicales y subtropicales, consisten en pequeñas lesiones, cuando las hojas son jóvenes, de color ocre pálido, que pueden alcanzar hasta 2 ó 3 cm de longitud. Los bordes de tales lesiones, en estado avanzado, son paralelos y están delimitados por las venas adyacentes. Las lesiones contiguas pueden llegar a fusionarse, afectando entonces a una considerable superficie foliar.

La raza T de *Helminthosporium maydis* ha sido identificada con posterioridad a la raza O. Afecta a los maíces que poseen



Fig. 2.—Hoja de maíz afectada por *Helminthosporium maydis*. Raza O.

Fig. 3.—Hoja de maíz afectada por *Helminthosporium maydis*. Raza T.



citoplasma androestéril Texas, utilizado en la producción de semillas. Sobre maíces con otros tipos de citoplasma, la raza T es capaz de instalarse, provoca pequeñas lesiones pero fructifica muy poco y la enfermedad no adquiere el carácter de epidemia. Sobre los maíces sensibles las lesiones producidas por la raza T son ovales y más grandes que las ocasionadas por la raza O; están, además, rodeadas de un borde clorótico. Cuando las condiciones son favorables, el número de lesiones producidas se multiplica rápidamente y puede ocasionar, en pocos días, el desecamiento completo del follaje.

A diferencia de la raza O que sólo ataca, en general, a las hojas, la raza T puede atacar a todas las partes aéreas de la planta.

Los daños más importantes son atribuidos, generalmente, al escaldado que se origina como consecuencia del desecamiento prematuro del follaje, aunque en algunos casos puede aparecer también una podredumbre de los granos.

La aparición de la enfermedad se ve favorecida en las zonas templadas (20 a 32°C) y húmedas. Durante el invierno, el micelio

y las esporas del hongo se conservan en los restos del cultivo que permanecen sobre el suelo después de la recolección, en los graneros sobre granos procedentes de mazorcas contaminadas y sobre algunas gramíneas espontáneas. En condiciones adecuadas de temperatura y humedad, el hongo fructifica y las esporas son transportadas por el viento y por las salpicaduras del agua a plantas en crecimiento, donde se producen nuevas infecciones.

Los daños ocasionados por esta enfermedad sobre maíces sensibles han conducido al abandono de los mismos para el cultivo. Se recomienda, por tanto, no utilizar maíces híbridos con citoplasma androestéril Texas. En su caso, son útiles las labores profundas con la finalidad de reducir las infecciones iniciales. La aplicación de productos fungicidas puede efectuarse, al margen de otros condicionamientos, en momentos adecuados, especialmente en la época próxima a la formación de la mazorca.

Helminthosporium turcicum. Pass.

Este hongo ataca sólo a las hojas, pudiendo ser en algunos casos responsable de pérdidas de rendimiento por escaldado.

Los primeros síntomas de esta enfermedad consisten en la aparición de manchas de color verde grisáceo al principio, luego pardas, alargadas en forma de huso, que pueden alcanzar 15×2 cm. Las primeras lesiones aparecen, generalmente, en las hojas inferiores y continúan aumentando en número y tamaño a medida que la planta se desarrolla. La enfermedad progresa en sentido ascendente y, si el ataque es grave, puede producirse un desecamiento total del follaje, lo cual ocasiona la muerte prematura de la planta, que presenta un aspecto grisáceo semejante al provocado por la sequía o la helada.

Cuando la humedad ambiental es adecuada, las necrosis se cubren de un fino polvillo negruzco constituido por las esporas del hongo que, diseminadas por la lluvia y el viento, contaminan las plantas sanas.

El ambiente muy húmedo y las temperaturas comprendidas entre 18 y 27°C favorecen el desarrollo de la enfermedad. En tales circunstancias, los ataques producidos en el momento de la salida de la panícula son los que ocasionan daños más graves.

Los métodos de lucha se basan en reducir el nivel de inóculo y retrasar la fecha de los primeros ataques o en disminuir el desarrollo de la enfermedad una vez que ésta se encuentra presente.

Dado que el hongo permanece sobre los restos del cultivo existentes en la superficie del suelo, el enterrado precoz y cuidadoso de los mismos, después de la recolección, disminuye considerablemente la posibilidad de supervivencia del hongo. De igual forma, es importante que las labores durante el cultivo eviten el traslado a la superficie del suelo de los restos enterrados por labores precedentes.

En cuanto a tratamientos químicos, si bien los carbamatos, tales como maneb y zineb, presentan cierta acción para controlar la evolución de la enfermedad, no parece oportuno, por el momento, aconsejar tales tratamientos.

Se conocen factores genéticos de resistencia que se han incorporado a numerosos híbridos y que ofrecen interés para combatir la enfermedad.

Helminthosporium carbonum. Ullstrup.

Los síntomas de la enfermedad pueden observarse sobre hojas, brácteas y tallos. Consisten en pequeñas manchas de color claro, de ovals a circulares, que pueden alcanzar 2 cm.

Se conocen por lo menos dos razas de *Helminthosporium carbonum*. Ambas atacan también a la mazorca provocando la aparición de un moho negro sobre los granos.

El ciclo de la enfermedad es similar a los de *H. maydis* y *H. turcicum*.

La enfermedad es favorecida por las temperaturas moderadas y la humedad relativa alta.

La importancia económica de esta enfermedad es muy limitada, pues los híbridos comerciales suelen ser resistentes.

Otros hongos patógenos, que causan manchas foliares sobre las hojas del maíz, son *Phyllosticta maydis* (marchitamiento amarillo de la hoja), *Kabatiella zae* (mancha en ojo) y *Colletotrichum graminicolum* (antracnosis).

Estas enfermedades tienen una distribución más limitada que



Fig. 4.—Lesiones características de *Helminthosporium turcicum* en hoja de maíz.

las descritas inmediatamente antes y rara vez causan pérdidas de producción significativas, hasta el momento, en nuestro país.

Phyllosticta maydis. Arny y Nelson.

Como ocurre con la raza T de *Helminthosporium maydis*, el hongo causante de la enfermedad es específico de las plantas que poseen el citoplasma androestéril Texas.

Los síntomas de la enfermedad pueden observarse tanto en plantas jóvenes como en plantas desarrolladas. En las primeras, las hojas presentan un amarilleo semejante al de las plantas con deficiencia de nitrógeno. En plantas adultas, la enfermedad se caracteriza por la presencia sobre las hojas de lesiones necróticas y paralelas a las venas. Sobre las lesiones se pueden observar, a veces, finas puntuaciones que corresponden a órganos fructíferos del hongo, los cuales producen cierto tipo de esporas bajo condiciones de humedad adecuada. Cuando la enfermedad evolu-

ciona las lesiones se llegan a unir y ocasionan un desecamiento de las hojas que comienza, generalmente, por los extremos.

Aunque *Phyllosticta maydis* ataca, fundamentalmente, a las hojas, puede también hacerlo a las vainas y a las espatas.

Phyllosticta maydis se conserva durante el invierno sobre los restos de maíz que permanecen en el suelo después de la recolección o sobre otras gramíneas, pudiendo infectar en primavera plántulas sensibles desde su emergencia. El *P. maydis* se instala también sobre el panizo y el pasto del Sudán.

El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por un clima húmedo y cálido.

La utilización de variedades resistentes constituye el mejor medio de control de la enfermedad.

La aplicación de fungicidas puede estar justificada en campos de producción de semilla.

La realización de labores culturales adecuadas, así como una

Fig. 5.—Manchas circulares producidas por un ataque de *Kabatiella zae* en una hoja de la parte superior de una planta de maíz.



rotación de cultivos conveniente, reducen sensiblemente las infecciones.

Kabatiella zae. Narita e Hiratsuka.

Esta enfermedad ocasiona un desecamiento precoz del follaje y daños graves en las espigas similares a los de un escaldado. Se manifiesta inicialmente con pequeñas puntuaciones sobre el follaje y puede producir la desecación completa de las plantas en algunas semanas, si el tiempo es muy húmedo.

Las señaladas manchas iniciales sobre las hojas son pequeñas lesiones circulares, inferiores a los 4 mm de diámetro, y traslúcidas. En el centro de estas lesiones se aprecia una coloración que varía del crema al pardo, rodeada por un anillo de color café oscuro y todo ello incluido en un halo traslúcido amarillento, lo que confiere un aspecto característico a la enfermedad. No obstante, estos síntomas pueden confundirse con los ocasionados por enfermedades no parasitarias de origen fisiológico o genético. Las vainas, los tallos y las espigas pueden también ser atacados, pero las lesiones se encuentran en mayor proporción en las hojas superiores.

Las manchas, primero asiladas, pueden llegar a fusionarse posteriormente, originando grandes zonas necróticas. El desecamiento comienza, generalmente, por los bordes del limbo.

Cuando las condiciones climáticas son favorables, los síntomas se generalizan muy rápidamente, pudiendo ser destruido el conjunto al follaje en tres semanas y ocasionando, entonces, pérdidas de rendimiento importantes.

La gravedad de los daños causados por la enfermedad depende de la precocidad de los ataques del hongo así como de las condiciones climáticas. La enfermedad puede aparecer desde que el maíz está en el estado de dos hojas y su desarrollo se ve favorecido por condiciones ambientales de tiempo frío y húmedo.

El hongo pasa el invierno sobre los restos de hojas, vainas, espigas y tallos de maíz, donde forma órganos resistentes que aseguran su conservación. Las esporas producidas sobre dichos restos

son transportadas a plántulas cercanas donde germinan y tiene lugar la infección posterior.

Se consigue controlar la enfermedad impidiendo el desarrollo precoz de la misma. Para ello conviene evitar la repetición del cultivo de maíz en suelos donde fueron observados síntomas el año precedente y, en cualquier caso, realizar el enterramiento de los restos de la cosecha por medio de una labor profunda.

Si bien existen grandes diferencias de sensibilidad entre los híbridos comerciales actualmente en el mercado, no hay ninguna variedad totalmente resistente a la enfermedad.

En caso de ataque precoz, y si las condiciones climáticas son particularmente favorables, la aplicación de productos derivados del benzimidazol, a dosis próximas a 250 g de materia activa por hectárea, puede limitar el desarrollo de la enfermedad.

Colletotrichum graminicolum (Ces.) G.W. Wils

Este hongo, agente causante de la antracnosis, provoca daños sobre hojas, principalmente, pudiéndolos ocasionar, asimismo, sobre tallos y vainas. Incluso se le cita, en algunas partes del mundo, como agente causante de podredumbres graves en raíz.

Esta enfermedad se considera de poca importancia, aún cuando algunas referencias señalan que está adquiriendo cierta relevancia en determinados puntos del mundo.

Las cepas que atacan al maíz se encuentran, principalmente, en regiones húmedas y cálidas.

Los síntomas consisten en pequeñas manchas alargadas de color gris claro en las hojas que, posteriormente, pueden agrandarse y tomar un color marrón en el centro con borde marrón-rojizo. Posteriormente presentan finas puntuaciones negras en el centro. Las hojas enfermas se arrugan y, si el ataque es importante, puede originar la destrucción de parte del follaje.

La conservación del hongo está asegurada por los restos de la cosecha y por la semilla, donde sobrevive como saprofito.

La utilización de variedades resistentes, las adecuadas rotaciones de cultivos y la fertilización equilibrada permiten limitar los riesgos de aparición y desarrollo de la enfermedad.

PODREDUMBRES DEL TALLO

Las podredumbres del tallo constituyen un problema en todas las zonas productoras de maíz. Las pérdidas de producción por esta circunstancia llegan a alcanzar el 20 por 100 de la producción total, e incluso pueden exceder del 50 por 100 si las condiciones son particularmente favorables para la evolución de la enfermedad. Generalmente, las podredumbres del tallo del maíz son causadas por un complejo de diferentes hongos y bacterias más que por un único elemento patógeno, por lo que la identificación precisa de la causa de la podredumbre del tallo resulta, a veces, difícil. Los síntomas iniciales se suelen presentar en los entrenudos inferiores del tallo.

Las pérdidas de producción son debidas a la prematura maduración de las plantas de maíz, que da lugar a un deficiente llenado de los granos o a daños indirectos durante la recolección y almacenamiento.

Los principales causantes de las podredumbres en los tallos, con sus rasgos distintivos son:

Patógeno	Características
<i>Cephalosporium maydis</i>	Tallos contraídos y huecos.
<i>Diplodia maydis</i>	Picnidios debajo de la epidermis de los entrenudos inferiores.
<i>Fusarium moniliforme</i>	Médula rosa.
<i>Gibberella zeae</i>	Peritecas superficiales sobre los tallos. Médula rosa.
<i>Macrophomina phaseoli</i>	Esclerocios negros sobre los haces vasculares.
<i>Pythium aphanidermatum</i>	Primer entrenudo empapado de agua.

El último de los patógenos citado ataca en un estado de desarrollo relativamente precoz, mientras que los restantes producen podredumbres tardías de los tallos.

Muchos de los organismos patógenos que producen podredumbre del tallo pueden causar también daños en la mazorca y en los granos. Suelen pasar el invierno sobre semillas y restos de cosecha.

Las plantas de maíz pueden estar predispuestas a la infección por una fertilización nitrogenada altamente desequilibrada, bajo contenido de potasio, tiempo seco seguido por períodos prolongados de humedad poco después de la formación de la espiga, etc. Asimismo, la enfermedad es, normalmente, más severa en poblaciones densas de plantas y puede ser favorecida por daños mecánicos o provocados por insectos.

Diplodia maydis (Berk.) Sacc.

La importancia de esta enfermedad en algunas partes del mundo, donde hasta época reciente se presentaba muy generalizada, se ha reducido debido al empleo de variedades resistentes.

El hongo causa marchitamiento de plántulas y puede infectar las raíces, pero los efectos más frecuentes y graves son la podredumbre de tallos y mazorcas.

En plántulas procedentes de semillas infectadas puede sobrevenir un marchitamiento caracterizado por lesiones corticales que producen una podredumbre seca y parda, especialmente por debajo de la superficie del suelo.

Los síntomas sobre plantas adultas no son, normalmente, evidentes hasta después de la polinización. Las hojas de las plantas infectadas adquieren rápidamente en tono verde grisáceo, se marchitan y llegan a secarse, como si hubieran sido afectadas por una helada. Los entrenudos inferiores de los tallos toman un color canela o pardusco, se debilitan y pudren, haciéndose fácilmente quebradizos por el viento o la lluvia. Si se practica una incisión en el tallo, la médula aparece desintegrada y descolorida y solamente permanecen intactos los haces vasculares. Posteriormente, se forman diminutos órganos reproductores llamados picnidios, de color marrón oscuro a negro, justamente debajo de la epidermis de los entrenudos inferiores del tallo. También puede desarrollarse un micelio blanco sobre los tallos muertos.

El hongo se transmite por semilla y por el suelo. Inverna en forma de esporas denominadas conidias contenidas en los citados picnidios producidos sobre restos de tallos de maíz infectados y como micelio o conidias sueltas sobre la semilla. Cuando el

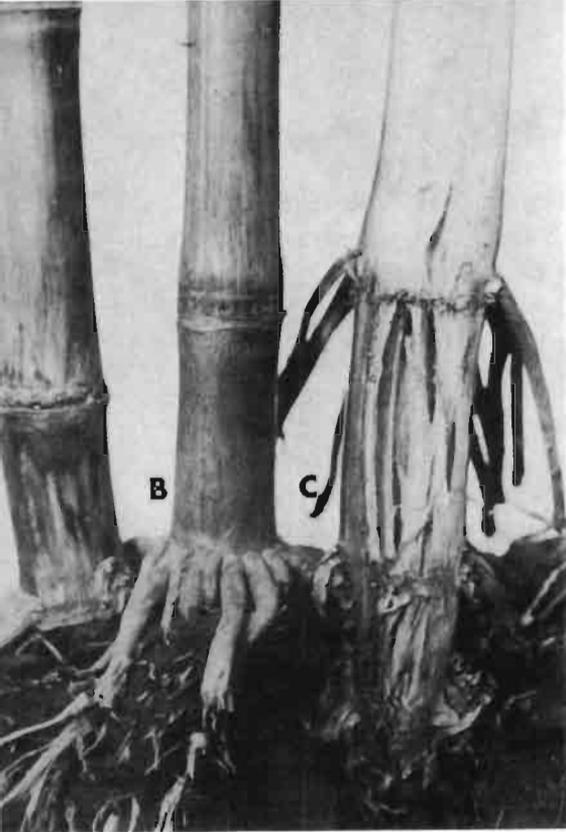


Fig. 6.—Podredumbre del tallo producida por *Diplodia maydis*. (A) Decoloración externa; (B) nótese los picnidios agrupados justo debajo del nudo; (C) sección del tallo para mostrar la desintegración de los tejidos de la parte de tallo enterrado.

hongo es transportado por la semilla puede originar marchitamiento de plántulas y muerte de las mismas en cualquier momento después de la germinación. Los picnidios invernantes exudan, cuando las condiciones atmosféricas son cálidas y húmedas, masas viscosas de conidias que pueden ser llevadas por la lluvia, el viento o los insectos a plantas de maíz y así causar la infección. Normalmente, el hongo ataca a las plantas de maíz en la zona del cuello y se extiende a alguna distancia en el tallo y las raíces. Aunque puede atacar a los nudos entre el cuello y la mazorca, la infección de ésta no se produce casi nunca por crecimiento del hongo a través del tallo sino por esporas que llegan directamente a la mazorca.

El control de *Diplodia maydis* se consigue, principalmente, por el uso de híbridos resistentes. Se aconsejan, por otra parte, el tratamiento de las semillas, una rotación adecuada de cultivos y aplicar medidas para eliminar restos infectados de cosechas con objeto de reducir el inóculo primario. Es importante la aplicación

de fórmulas equilibradas de abonado puesto que las plantas son menos propensas al ataque cuando el nitrógeno y el potasio están aplicados en proporciones adecuadas.

Gibberella spp.

Las enfermedades del maíz debidas a especies del género *Gibberella* están enormemente extendidas por todos los países y causan graves pérdidas. Ocasionan, fundamentalmente, podredumbres del tallo y de las mazorcas.

Dos especies de *Gibberella*, *G. zeae* (= *Fusarium graminearum*) y *G. fujikuroi* (= *Fusarium moniliforme*) son las principales responsables de estos ataques.

Los síntomas producidos en maíz por estos organismos patógenos son muy similares a los ocasionados por *Diplodia*, de la que se diferencian por los cuerpos fructíferos que producen.

En el caso de la podredumbre del tallo, los entrenudos inferiores se ablandan y muestran un color canela o marrón en la parte exterior mientras internamente aparecen de color rosa o rojizo. La médula se desintegra permaneciendo sólo intactos los haces vasculares. La podredumbre puede afectar, asimismo, al sistema radicular. La enfermedad ocasiona que las hojas tomen un color gris opaco así como la muerte prematura y rompimiento del tallo. Los órganos fructíferos del hongo, denominados peritecas, pequeñas, redondas y negras, aparecen frecuentemente sobre tallos descompuestos.

En el caso de la podredumbre de la mazorca, se desarrolla un moho rojizo que, a menudo, comienza por el extremo de la misma. Si la infección tiene lugar prematuramente, las mazorcas se pudren completamente y se desarrolla un moho rosado a rojizo entre las mazorcas y las vainas adheridas a éstas.

Los hongos del género *Gibberella* causan, como lo hacen otros, marchitamientos de plántulas de maíz, pudiendo transmitirse por la semilla o atacar a las semillas o a las plántulas a partir del suelo. En cualquiera de los casos señalados, la germinación de la semilla puede quedar afectada y ser destruida antes que tenga lugar la emergencia de la plántula del suelo o bien, después



Fig. 7.—Plantas, entera y seccionada, mostrando un ataque de *Gibberella zeae*. Las partes inferiores de los tallos presentan síntomas de podredumbre avanzada.

de la misma, afectar a la plántula que ve dificultado su crecimiento, presenta clorosis y, al final, llega a morir. En este último caso, las plántulas evidencian lesiones de color pardo ligero a oscuro en las raíces laterales y en el entrenudo más bajo.

Estos hongos pasan el invierno bien bajo la forma de peritecas, de micelio o de esporas sueltas llamadas clamidosporas, siempre sobre restos de plantas infectadas, en especial de los tallos. En la primavera, con calor y humedad, las esporas maduras quedan libres y son transportadas por el viento a tallos o marzorcas de maíz en los que penetran directamente o a través de las heridas para así originar la infección.

Estas enfermedades son favorecidas por condiciones secas al principio de la estación y condiciones húmedas en las proximidades o después de la polinización. Las plantas son más susceptibles cuando hay una alta densidad de siembra y la fertilización está desequilibrada con niveles altos de nitrógeno y bajos de potasio.

Fig. 8.—Sistema radicular de una planta de maíz afectada por *Fusarium moniliforme* (= *Gibberella fujikuroi*).

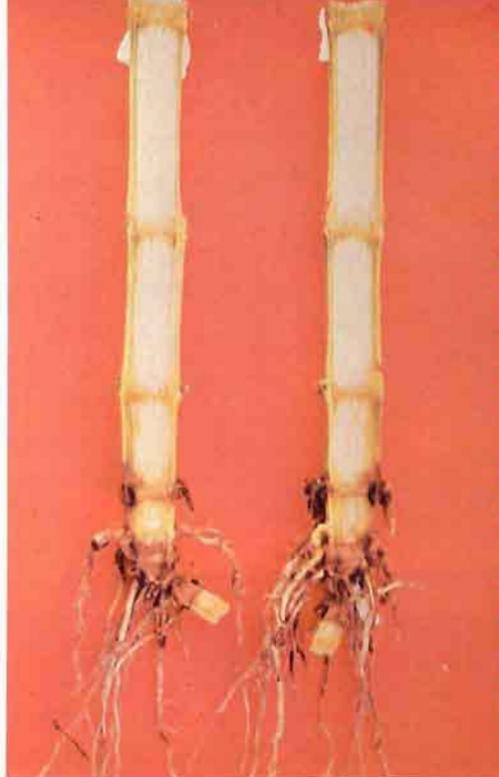
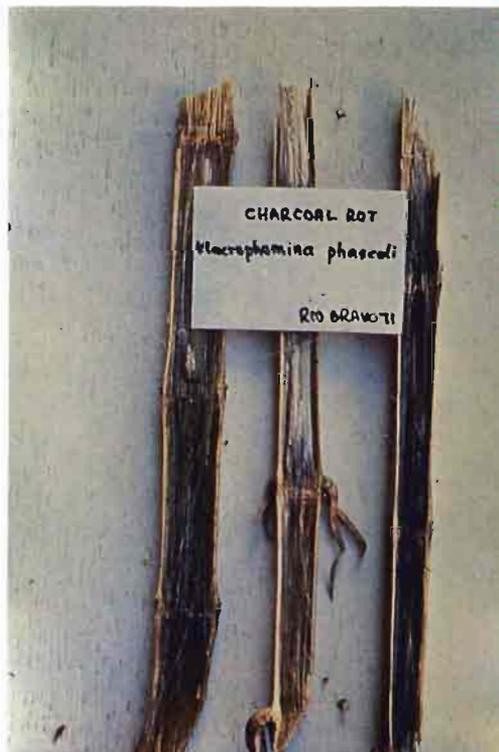


Fig. 9.—Tallos de maíz afectados de podredumbre carbonosa (*Macrophomina phaseoli*).



El control de las enfermedades ocasionadas por *Gibberella* spp. es similar al aconsejado para *Diplodia*, basado en el uso de variedades resistentes, fertilización equilibrada en lo que se refiere a nitrógeno y potasio y una adecuada densidad de siembra.

Macrophomina phaseoli (Maubl.) Ashby.

Esta enfermedad, denominada comunmente podredumbre carbonosa del tallo, ataca tanto a plántulas como a plantas próximas a la madurez. El organismo patógeno invade las raicillas de las plántulas produciendo lesiones de color marrón que, posteriormente, se vuelven negras. A medida que la planta evoluciona, el hongo se introduce en los entrenudos inferiores del tallo, cuyos tejidos internos muestran una coloración negruzca y desgarro de los haces vasculares. Al examinar el tejido interior de los tallos de las plantas afectadas se observan numerosos órganos fructíferos del hongo, llamados esclerocios, pequeños, negros e irregulares, en los haces vasculares, que ofrecen una apariencia carbonosa y constituyen un buen carácter para el diagnóstico de la enfermedad. Los esclerocios pueden encontrarse también en las raíces. Su permanencia activa durante varios meses constituye una fuente de inóculo para la siembra siguiente.

El hongo produce, además de los esclerocios, que se presentan de manera usual, conidias en picnidios. Los indicados esclerocios son la forma normal de invernar y diseminarse.

Macrophomina phaseoli penetra a través de las raíces y crece en los tejidos corticales hacia los tallos, a medida que las plantas evolucionan.

El desarrollo de la podredumbre carbonosa se vé favorecido por las temperaturas elevadas del suelo y por la baja humedad del mismo.

En zonas con posibilidades de riego, la incidencia de la podredumbre carbonosa puede reducirse mediante una adecuada programación del mismo, manteniendo en el suelo un deseable grado de humedad.

Son aplicables, asimismo, las medidas mencionadas para *Diplodia*.

Pythium aphanidermatum (Edson) Fitzp.

Diversas especies del género *Pythium*, pero principalmente *P. aphanidermatum*, pueden ocasionar podredumbre del tallo de las plantas de maíz.

Antes de la salida de la panícula, en pleno crecimiento vegetativo, el tallo del maíz puede ser objeto de una podredumbre de rápido desarrollo que se manifiesta más tempranamente que las podredumbres clásicas de los tallos.

La afección se limita, generalmente, a un único entrenudo, el situado inmediatamente por encima del nivel del suelo. Esta zona presenta una coloración marrón de aspecto húmedo, blanda y estrangulada, sin llegar a quebrarse totalmente. Por algún punto de esta zona se dobla el tallo, efectúa un movimiento de torsión, y cae a tierra.

Las plantas infectadas pueden permanecer verdes y erectas durante un cierto tiempo hasta que es dañado todo el tejido vascular.

A fin de poder diferenciar los daños causados por *Pythium* de los originados por bacterias del género *Erwinia* es preciso verificar en laboratorio los oportunos aislamientos.

El tiempo cálido y húmedo, con temperaturas superiores a 30°C, favorece el desarrollo del hongo.

Si bien la podredumbre del tallo originada por *Pythium* se hace evidente poco antes o después de la formación de la panoja, puede también afectar a plantas jóvenes y vigorosas.

Esta enfermedad no tiene incidencia económica grande. Las distintas variedades presentan enormes diferencias de sensibilidad a la misma.

ROYAS Y CARBONES

Las royas y carbones, enormemente extendidos, constituyen problema sólo ocasionalmente.

Ustilago maydis (DC.) Cda.

Este hongo es el agente causante de la enfermedad conocida con el nombre de carbón común. Dicha enfermedad es frecuente en todas las zonas templadas y moderadamente secas dedicadas al cultivo del maíz. Si bien esta enfermedad no ocasiona normalmente fuertes pérdidas, puede llegar a ser grave y afectar al rendimiento cuando se presentan ciertas condiciones ambientales.

Todas las partes aéreas de la planta pueden ser atacadas por el hongo, sobre todo, cuando son jóvenes o están desarrollándose activamente, pudiendo llegar a producir enanismo.

Los síntomas se presentan bajo forma de grandes agallas, al principio blanquecinas y luego grisáceas que, cuando están localizadas en el cuello, pueden ocasionar la muerte de la planta. Sobre las hojas, el carbón se manifiesta bajo forma de guirnaldas de color rosa blanquecino al principio y luego rojo vinoso, alineadas a modo de rosario.

Las esporas del hongo, presentes en gran número sobre los restos de las cosechas y en el suelo, donde pueden permanecer viables durante varios años, penetran en la planta por las heridas ocasionadas por parásitos animales, labores culturales, granizo, etc. Asimismo, las agallas o tumores, en su madurez, dejan en libertad gran cantidad de esporas que, arrastradas por el viento, contaminan a plantas sanas.

El carbón del maíz puede ser controlado parcialmente por el uso de híbridos con alguna resistencia al hongo, pues no se conocen variedades o híbridos de maíz completamente resistentes. El organismo patógeno exhibe una gran variabilidad en su patogenicidad y aparecen constantemente nuevas razas, lo que hace difícil su control a través de la resistencia.

El control mediante la aplicación de medidas sanitarias, tales como separación de agallas y su quema, es impracticable en zonas de cultivo extensivo de maíz.

Dada la posibilidad de infección a través de las heridas, es preciso evitar cualquier daño mecánico a las plantas durante las labores.

Es aconsejable mantener un nivel equilibrado de fertilidad de suelo.

Fig. 10.—Agallas producidas por *Ustilago maydis* (carbón común) en una mazorca de maíz.



Fig. 11.—Fase avanzada de ataque de carbón común. Obsérvese el tumor abierto con peligro de liberar gran cantidad de esporas.



Puccinia sorghi. Schw.

La roya común del maíz, producida por *Puccinia sorghi*, está ampliamente difundida en todo el mundo. Su importancia económica es generalmente insignificante y rara vez causa daños graves, si bien infecciones severas pueden ocasionar una reducción de la producción en algunos tipos de maíz. En estos casos puede apreciarse clorosis y muerte de las hojas y vainas foliares.

Los síntomas producidos por la enfermedad consisten en pequeñas pústulas de color canela-marrón, ovales o alargadas que, pudiendo aparecer en cualquier punto de la parte aérea de la planta, son más abundantes en el haz y en el envés de las hojas. Estas pústulas albergan, en los primeros estados de la infección, los órganos fructíferos del hongo, que contienen las llamadas uredosporas. Posteriormente, a medida que la planta madura, las pústulas, una vez rota la epidermis, llegan a ser pardo negruzcas y albergan otros nuevos órganos de fructificación rellenos de las denominadas teleutosporas.

Las uredosporas son dispersadas por el viento y, bajo condiciones favorables, infectan otras plantas de maíz. Los órganos reproductores típicos del invierno son las teleutosporas, las cuales germinan en primavera, después de un período de maduración, para producir las llamadas basidiosporas que pueden infectar diversas especies de *Oxalis*. Desde aquí el hongo pasa al maíz para iniciar nuevamente su ciclo. En climas templados, el hongo puede pasar el invierno en estado de uredospora proporcionando, de esta forma, el inóculo inicial para las infecciones de primavera tanto localmente como a distancia, contando para su dispersión con el viento. Si bien son escasas las variedades que poseen resistencia a todas las razas conocidas de *Puccinia sorghi*, la mayor parte de ellas cuentan con un grado de resistencia parcial que es adecuado para mantener la población del patógeno a un nivel bajo.

Las temperaturas comprendidas entre 15 y 23°C y una humedad relativa bastante alta favorecen el desarrollo y propagación de la roya.

Se recomienda el empleo de variedades resistentes. Asimismo, puede estar indicada la aplicación de productos fungicidas cuando

Fig. 12.—Pústulas sobre hojas de maíz producidas por un ataque de roya común (*Puccinia sorghi*).



se emplean en el momento adecuado, esto es, al aparecer las primeras pústulas.

Puccinia polysora. Undrew.

La roya producida por *Puccinia polysora* presenta una sintomatología similar a la de la roya común, diferenciándose ésta en que los órganos fructíferos que albergan las pústulas son de color más claro y algo más pequeños y redondos, en que la epidermis permanece cubriendo las pústulas durante un período de tiempo mayor y en que éstas últimas se presentan, normalmente, diseminadas en ambas superficies foliares. Las hojas afectadas se vuelven cloróticas y acaban secándose.

Parece que en el ciclo de la enfermedad solamente se producen uredosporas, constituyendo, pues, el inóculo único del hongo. No se ha encontrado hospedante alternante para *Puccinia polysora*.

El desarrollo de la roya producida por *Puccinia polysora* requiere una humedad algo mayor aún que la que favorece la expansión de *Puccinia sorghi*.

Se consigue el control de la enfermedad con el uso de variedades resistentes.

Sphacelotheca reiliana (Kuehn) Clint.

Este carbón puede causar daños de importancia económica en zonas secas y cálidas de cultivo de maíz, pudiendo atacar también al sorgo.

Los síntomas en maíz aparecen inicialmente sobre las flores, aun cuando ciertas partes del hongo pueden, a veces, desarrollarse también en bandas a lo largo de las hojas. La planta muestra los síntomas en la época de floración, tanto en las inflorescencias masculinas como en las femeninas.

Los síntomas más característicos de la enfermedad son un desarrollo anormal de las inflorescencias masculinas, consistente en malformación con un crecimiento excesivo y desarrollo en el interior de las florecillas masculinas de masas de esporas negras que llegan a impregnar los haces vasculares como se aprecia al abrir las brácteas de la mazorca. Los efectos secundarios consisten en enanismo acusado, ahilamiento de las hojas y esterilidad.

El patógeno es transmitido por el suelo fundamentalmente. Las esporas del carbón, que adoptan la forma de teleutosporas, pasan el invierno en el suelo, sobre restos del año anterior y constituyen la principal fuente de infección. La infección tiene lugar durante el estado de plántula. Las teleutosporas pueden ser, asimismo, transportadas por la semilla. Sin embargo, esta vía no es considerada como una forma importante de infección.

Las medidas de control comprenden la utilización de variedades resistentes y una adecuada rotación de cultivos, dado que el hongo se alberga en el suelo sobre restos de cosecha anterior.

Hay que tener en cuenta que la mayoría de las variedades para grano y para forraje son tolerantes a la enfermedad.

El tratamiento químico de la semilla es muy efectivo para la destrucción de esporas llevadas por aquélla.

PODREDUMBRES DE MAZORCAS Y GRANOS

Diversos hongos débilmente patógenos y algunos saprofitos pueden invadir las mazorcas maduras. Pueden ser particularmente dañinos bajo condiciones húmedas así como después de daños ocasionados por pájaros e insectos. Además de las pérdidas en cantidad y calidad de grano, algunas podredumbres son especialmente peligrosas a causa de estar asociadas con la formación de micotoxinas.

Los organismos causantes de podredumbres en mazorca y grano incluyen *Aspergillus* spp, *Diplodia maydis*, *Fusarium moniliforme*, *Gibberella* spp, *Helminthosporium* spp, *Nigrospora oryzae*, *Penicillium* spp, etc.

Algunos de ellos han sido ya citados como agentes causantes de daños en otros órganos del maíz.

Diversas especies de *Aspergillus* y *Penicillium* producen aflatoxinas que tienen importancia a causa de su toxicidad. Son frecuentes en todas las áreas húmedas del mundo, ocasionando enfermedades asociadas con la maduración de la cosecha y las condiciones de almacenamiento después de la recolección. Es a veces difícil diferenciar los efectos ocasionados por estos organismos, de los daños debidos a *Gibberella*, *Fusarium* y *Diplodia* ya que ambos grupos de parásitos aparecen, frecuentemente, juntos.

Dos especies de *Gibberella*, *G. zeae* y *G. fujikuroi*, son responsables comunes de podredumbres de plántulas y tallos así como de mazorcas y granos. *Gibberella zeae* aparece más frecuentemente en zonas frías y húmedas. Produce una coloración rosada o rojiza en los granos atacados. La podredumbre progresa desde la extremidad de la mazorca hacia abajo. Se puede apreciar un micelio rojizo que crece entre los granos. *Gibberella fujikuroi* aparece, principalmente, en zonas de clima cálido y húmedo o seco.

El daño causado por *G. fujikuroi* se presenta, fundamentalmente, a diferencia del producido por *G. zeae*, sobre granos individuales o grupos de varios granos.

Los daños ocasionados por *Nigrospora oryzae* son solamente visibles en el momento de la recolección, induciendo ocasionalmente pérdidas de producción.

Nota: Las fotografías que se incluyen en el texto, excepto las números 1, 6 y 11 han sido cedidas gentilmente por el Centro Internacional de Mejora de Maíz y Trigo (CIMMYT), de México, al que agradecemos vivamente su cortesía.

**PUBLICACIONES DE EXTENSION AGRARIA
Corazón de María, 8 - 28002-MADRID**

Se autoriza la reproducción **integral** de esta publicación mencionando su origen: «Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación».