

Enfermedades y plagas del trigo

una guía para su identificación
en el campo



CIMMYT

Enfermedades y plagas del trigo

una guía para su identificación
en el campo

Autores:

J.M. Prescott, P.A. Burnett, E.E. Saari,
J. Ransom, J. Bowman, W. de Milliano, R.P. Singh,
G. Bekele



INTERNATIONAL MAIZE AND WHEAT IMPROVEMENT CENTER
CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO
Lisboa 27, Apdo. Postal 6-641, 06600 Mexico, D.F., Mexico

Prefacio

Este folleto tiene por objeto servir de guía rápida para la identificación en el campo de las enfermedades de trigo y triticale. En primer lugar se dirige a los investigadores agrícolas, técnicos y agricultores del mundo en desarrollo, pero también será de utilidad para otras personas. El texto contiene una descripción breve de las principales enfermedades, plagas, nematodos, trastornos genéticos y fisiológicos, así como también los limitantes ambientales y minerales del trigo y triticale. Para complementar y asistir en la identificación se incluyen numerosas fotografías^{1/} a color, dibujos^{2/} y, en el centro del folleto, una guía para el diagnóstico. En el caso de organismos causantes específicos, el nombre del estado perfecto (cuando se conoce) es seguido por el nombre del estado imperfecto entre paréntesis. Aunque muchos de los trastornos, enfermedades y limitantes ambientales que aquí se presentan pueden ser importantes desde el punto vista económico, algunos no lo son: aparecen en esta publicación porque son únicos o porque pueden confundirse con problemas más significativos.

1/ Todas las fotografías fueron tomadas por personal del CIMMYT, a excepción de la foto 57, cortesía de C.C. Gill, Agriculture Canada, Winnipeg, Manitoba, Canadá y la foto 70, cortesía de J.H. Hatchett, USDA-ARS, Universidad Estatal de Kansas, Manhattan, Kansas, EUA.

2/ Los dibujos se tomaron de la obra *New Zealand pest and beneficial insects* (editada por R.R. Scott) con el permiso de Lincoln College en Nueva Zelanda.

Indice

1 Enfermedades causadas por hongos

- 2 Roya de la hoja (roya café)
- 5 Roya del tallo (roya negra)
- 6 Roya lineal (roya amarilla)
- 9 Carbones comunes y causantes del enanismo (carbón apestoso)
- 13 Carbón parcial
- 14 Carbón volador (carbón desnudo)
- 17 Carbón de bandera
- 18 Mildiú polvoriento
- 21 Tizón foliar causado por *Septoria tritici*
Tizón de la gluma causado por *Septoria nodorum*
Tizón causado por *Septoria avenae*
- 25 Tizón foliar causado por *Helminthosporium*
- 26 Mancha bronceada (mancha amarilla de la hoja)
- 29 Manchas foliares causadas por *Alternaria*
- 30 Manchas foliares causadas por *Fusarium* (moho blanco)
- 33 Roña (tizón de la espiga)
- 34 Ergot, cornezuelo
- 37 Punta negra del grano
- 38 Mildiú velloso
- 41 Mal del pie
- 45 Mancha ocular (quiebra-paja)
- 46 Mancha ocular muy nítida y pudrición de la raíz causada por *Rhizoctonia*
- 49 Pudrición común de la raíz, pudrición del pie y pudrición de la corona
- 50 Marchitez de los cereales (tizón sureño)
- 53 Mohos negros (mohos de hollín)

54 Enfermedades bacterianas

- 57 Pajilla negra bacteriana y rayado bacteriano
- 58 Pudrición basal de la gluma y tizón bacteriano de la hoja
- 61 Tizón bacteriano de la espiga (pudrición amarilla de la espiga)

62 Enfermedades causadas por virus

- 65 Enanismo amarillo de la cebada

66 Plagas causadas por insectos

68 Guía para el diagnóstico

-
- 71 Afidos
 - 72 Chinchas apestosas
 - 75 Gusanos soldados, gusanos cortadores, barrenadores del tallo
 - 76 Escarabajo de la hoja de los cereales
 - 79 Trips
 - 80 Mosca de Hesse
 - 83 Gusano del tallo del trigo
 - 84 Cecidómido del trigo
 - 87 Gallinas ciegas
 - 88 Gusanos de alambre
 - 92 Babosas, caracoles, saltamontes y grillos
 - 95 Acaros

96 Nematodos

- 99 Nematodo de la agalla de la semilla (nematodo del trigo o cóclea de la espiga)
- 100 Nematodo enquistado de los cereales
- 103 Nematodo nodulador de raíces

104 Anomalías fisiológicas y genéticas

- 107 Manchas foliares fisiológicas
- 108 Melanismo y necrosis café (falsa pajilla negra)
- 111 Moteado foliar
- 112 Necrosis por hibridación

115 Carencias nutricionales y condiciones ambientales desfavorables

- 116 Carencia de nitrógeno, fósforo y potasio
- 119 Carencia de elementos secundarios
- 120 Toxicidad del aluminio
- 123 Exceso de sal
- 124 Escasa humedad
- 127 Calor excesivo
- 128 Daño por herbicidas
- 131 Daño por las heladas

132 Glosario

Enfermedades causadas por hongos

Los hongos se distinguen de otras plantas porque no tienen clorofila y, por consiguiente, carecen de la capacidad de fotosíntesis. En lugar de elaborar su propio alimento, los hongos absorben nutrientes del tejido muerto o vivo de su huésped. Los hongos se propagan en muchas formas: pueden ser transmitidos por semillas o el suelo, o por el viento, el agua (lluvia, agua de riego), insectos, animales y el hombre.

La infección por hongos patógenos depende de varios factores: por lo general se requieren la presencia de agua libre en la superficie de la planta huésped, sensibilidad del huésped, densidad de inóculo y cierta temperatura ambiente, además de otros factores del medio. Algunos hongos atacan sólo a una o algunas especies huéspedes, pero otros atacan a muchas. Los síntomas y el desarrollo de la enfermedad dependen de la interacción entre el parásito y el huésped. Los síntomas pueden ser similares o distintos según los hongos involucrados y, en consecuencia, una identificación categórica de éstos debe basarse en su morfología. A menos que se especifique otra cosa, los hongos incluidos en este manual de campo causan enfermedades en el trigo harinero, el trigo duro y el triticale.

Roya de la hoja (roya café)

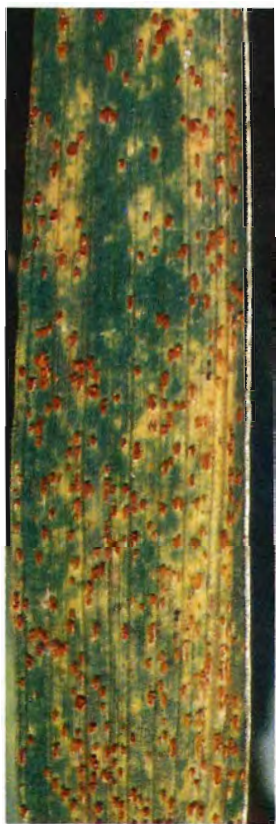
Puccinia recondita

Síntomas: Las pústulas tienen forma circular o ligeramente elíptica, son más pequeñas que las de la roya del tallo, por lo general no se aglutinan y contienen masas de uredosporas cuyo color fluctúa entre el anaranjado y el café anaranjado. Los sitios de infección se encuentran fundamentalmente en el anverso de las hojas y vainas (1) y, en ocasiones, en el cuello y aristas.

Desarrollo: Las infecciones primarias son comúnmente leves, producidas por uredosporas transportadas por el viento, que pueden haber recorrido grandes distancias. Cuando existe humedad libre y las temperaturas se aproximan a los 20°C, la enfermedad progresa con rapidez. Si las condiciones son favorables, se producen generaciones sucesivas de uredosporas cada 10-14 días. A medida que maduran las plantas o cuando no son favorables las condiciones ambientales, probablemente se observen masas de teliosporas negras (2).

Huéspedes/Distribución: La roya de la hoja puede atacar al trigo, triticale y muchas otras gramíneas afines. Se encuentra esta enfermedad dondequiera que se cultivan cereales de clima templado. Otros huéspedes son las spp. *Thalictrum*, *Isopyrum*, *Anemonella* y *Anchusa*.

Importancia: Las infecciones tempranas graves pueden provocar una disminución significativa del rendimiento, principalmente al reducir el número de granos por espiga, los pesos hectolítricos y la calidad de los granos.



1



2

3



4

Roya del tallo (roya negra)

Puccinia graminis f. sp. *tritici*

Síntomas: Las pústulas (que contienen masas de uredosporas) son de color café oscuro y se les encuentra en ambas caras de la hoja, en los tallos y las espigas (3). Si la infección es leve, por lo general las pústulas están dispersas, pero se aglutinan cuando la infección es intensa. Antes de que se formen las pústulas pueden aparecer "pecas" y, antes de que las masas de esporas emerjan a través de la epidermis, es posible palpar los sitios de infección que se perciben como zonas ásperas al tacto; a medida que emergen las masas de esporas, los tejidos superficiales adquieren una apariencia áspera y agrietada.

Desarrollo: Las infecciones primarias generalmente son leves y se originan en uredosporas transportadas por el viento, que tal vez hayan recorrido grandes distancias. La enfermedad se desarrolla con rapidez cuando hay humedad (lluvia o rocío) y temperaturas moderadas. Cuando la temperatura alcanza un promedio de 20°C o más, en 10-15 días se produce la primera generación de uredosporas. A medida que maduran las plantas, pueden formarse masas negras de teliosporas.

Huéspedes/Distribución: La roya del tallo puede afectar al trigo, cebada, triticale y otras gramíneas afines; se le encuentra dondequiera que se cultiven cereales de clima templado. Otros huéspedes son las spp. *Berberis* y *Mahonia*.

Importancia: Cuando se produce la infección durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, los efectos pueden ser graves: disminución del macollamiento y pérdida del peso y calidad de los granos. Si las condiciones favorecen el desarrollo de la enfermedad, se puede llegar a la pérdida total del cultivo.

Roya lineal (roya amarilla)

Puccinia striiformis

Síntomas: Las pústulas de la roya lineal, que contienen uredosporas de un color que varía entre el amarillo y el amarillo anaranjado, por lo general forman estrías estrechas sobre las hojas (4). También se pueden encontrar pústulas sobre las vainas, cuellos y glumas (5).

Desarrollo: Las infecciones primarias son producidas por uredosporas transportadas por el viento, a veces desde muy lejos. La enfermedad avanza con rapidez cuando existe humedad libre (lluvia o rocío) y la temperatura oscila entre 10 y 20°C. Con temperaturas superiores a los 25°C, se interrumpe o reduce la producción de uredosporas y a menudo aparecen teliosporas negras (6).

Huéspedes/Distribución: La roya lineal ataca al trigo, cebada, triticale y muchas otras gramíneas afines. Se encuentra la enfermedad en todas las zonas altas y/o templadas donde se cultivan cereales. No se conoce otro huésped.

Importancia: Las infecciones graves pueden causar una disminución del rendimiento, principalmente al reducir el número de granos por espiga, los pesos hectolítricos y la calidad de los granos.



4



5



6

7



8



Carbones comunes y causantes de enanismo (carbón apestoso)

Tilletia caries, *T. foetida*, *T. controversa*

Síntomas: Los principales síntomas causados por estas tres especies son estructuras fungosas llamadas "bolas de carbón", que parecen granos pero están totalmente llenas de teliosporas negras. Las bolas del carbón común, que producen *T. caries* y *T. foetida*, tienen aproximadamente la misma forma y tamaño que los granos que reemplazan (7); las bolas del carbón causante del enanismo, producidas por *T. controversa*, tienen forma un poco más esférica (8). Cuando se aplastan las bolas de carbón, emiten un olor fétido o a pescado. Las espigas infectadas adquieren un color verde azulado (o más oscuro) y las glumas tienden a separarse ligeramente; las bolas de carbón a menudo son visibles después del estadio de masa blanda (9,10; página 11). Una leve disminución de la altura de la planta es un síntoma típico del carbón común, mientras que la característica principal del carbón causante de enanismo es la reducción marcada de la altura.

Desarrollo: Las esporas que están en estado de latencia en el suelo o sobre las semillas germinan e infectan las plántulas que emergen. Las temperaturas frescas durante la germinación favorecen la infección. La enfermedad se vuelve sistémica, con síntomas observables después de la formación de espigas.

(continúa)

Huéspedes/Distribución: Estas enfermedades afectan al trigo y (con menos frecuencia) al triticale, así como a varias otras gramíneas afines. Los carbones comunes y causantes de enanismo existen en todo el mundo en zonas de clima templado; el carbón causante de enanismo se presenta en zonas cubiertas de nieve durante períodos prolongados.

Importancia: Se pueden producir pérdidas considerables del rendimiento cuando se cultivan variedades sensibles o no se emplean tratamientos químicos para la semillas.



9



10

11



12

Carbón parcial

Tilletia indica

Sin. *Neovossia indica*

Síntomas: El carbón parcial no se detecta fácilmente antes de la cosecha, ya que por lo general sólo algunos granos de cada espiga son afectados por la enfermedad. Después de la cosecha es posible detectar los granos enfermos mediante una inspección ocular. Parte del endospermo es reemplazado por una masa de teliosporas negras y el pericarpio puede estar intacto o desgarrado (11). Los granos enfermos emiten un olor fétido o a pescado cuando se les aplasta.

Desarrollo: El carbón parcial es una enfermedad transmitida por semillas o por el suelo, que infecta durante la floración. El inóculo (teliosporas) que está sobre el suelo o cerca de la superficie germina y produce esporidias que son transportadas por el viento a las estructuras de floración. A su vez, las esporidias germinan y penetran en las glumas, el raquis y el ovario mismo. El hongo se introduce en el grano recién formado y se desarrolla en el espacio intercelular entre el endospermo y el tegumento. El grado de invasión y desarrollo de la enfermedad depende de las condiciones ambientales que existen desde que brotan las espigas hasta que se forman los granos.

Huéspedes/Distribución: El carbón parcial ataca al trigo, el triticale, el centeno y varias otras gramíneas afines, pero no a la cebada. La enfermedad es endémica en el subcontinente de Asia y ahora también en México.

Importancia: El carbón parcial es una enfermedad de relativamente poca trascendencia. La disminución real del rendimiento es mínima; no obstante, la enfermedad ha sido incluida en las listas de cuarentena de muchos países y, por consiguiente, es importante para el comercio mundial de cereales.

Carbón volador (carbón desnudo)

Ustilago tritici

Síntomas: Toda la inflorescencia, excepto el raquis, es reemplazada por masas de esporas de carbón (12). Esas teliosporas negras a menudo son arrastradas por el viento y quedan sólo el raquis desnudo y restos de otras estructuras florales (13).

Desarrollo: Las teliosporas que arrastra el viento caen sobre las flores de las plantas de trigo, germinan e infectan el embrión en desarrollo del grano. El micelio del carbón volador permanece en estado de latencia en los tejidos embrionarios del grano hasta que éste comienza a germinar. Entonces el micelio se desarrolla paralelamente al meristemo de crecimiento de la planta y, en la época de floración, reemplaza las partes florales de la espiga con masas de esporas negras. El clima fresco y húmedo, que prolonga el período de floración de la planta huésped, favorece la infección y el desarrollo de la enfermedad.

Huéspedes/Distribución: La enfermedad puede presentarse dondequiera que se cultive el trigo.

Importancia: La disminución del rendimiento depende del número de espigas afectadas por la enfermedad; la incidencia es generalmente inferior al 1% y rara vez supera el 30% de las espigas en un sitio determinado.

12

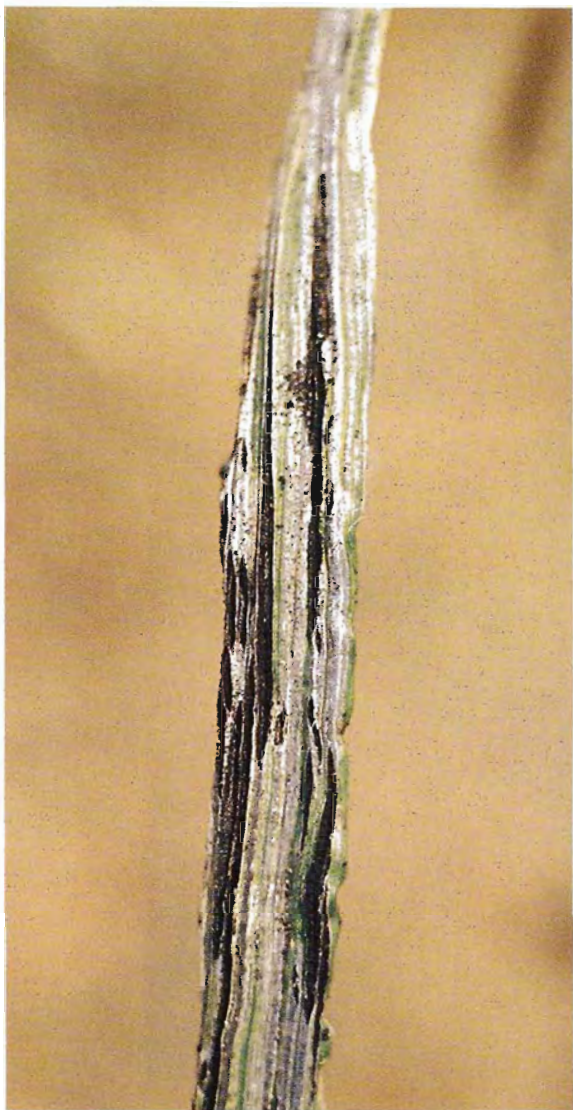


13



15

14



16

Carbón de bandera

Urocystis agropyri

Síntomas: Se observan estrías estrechas de teliosporas negras bajo la epidermis de las hojas y las vainas foliares y, en ocasiones, en los tallos. Las plantas enfermas por lo general crecen muy poco, macollan en forma abundante y tal vez no surjan espigas. La infección grave a menudo hace que las hojas se enrollen y adquieran una apariencia similar a las de la cebolla. La epidermis de las plantas enfermas más antiguas se rasga y libera las teliosporas (14).

Desarrollo: Los granos en germinación o las plántulas muy jóvenes se infectan con las esporas en germinación presentes en la semilla o el suelo. La enfermedad se vuelve sistémica y las franjas subepidérmicas de teliosporas se hacen visibles cerca del período de emisión de espigas. La escasa humedad y la temperatura fresca del suelo favorecen la infección.

Huéspedes/Distribución: Los trigos harineros son los huéspedes principales de los hongos del carbón de bandera y los aislamientos que atacan al trigo harinero tienden a afectar sólo a este cereal. Hay poca incidencia del carbón de bandera en trigo duro y triticale. La enfermedad se presenta en la mayoría de las zonas de cultivo de trigo de invierno y en las zonas frescas de cultivo de trigo de primavera, que se siembra en otoño.

Importancia: El carbón de bandera normalmente no es una enfermedad importante desde el punto de vista económico; sin embargo, las pérdidas por disminución del rendimiento pueden fluctuar entre cantidades ínfimas y cifras moderadas (cuando se cultivan variedades susceptibles).

Mildiú polvoriento

Erysiphe graminis, sp. *tritici*

Síntomas: En todos los huéspedes, los primeros síntomas visibles de esta enfermedad son colonias de micelios y conidios que semejan parches de pelusa o polvillo de color blanco a gris pálido, sobre el anverso de las hojas y vainas florales (especialmente en las hojas de más abajo) (15), y a veces en las espigas. El tejido fungoso más antiguo es gris amarillento (16). Este material fungoso superficial se quita fácilmente frotándolo con los dedos. El tejido del huésped situado bajo el material fungoso se torna clorótico o necrótico y, cuando la infección es grave, las hojas mueren. Con el tiempo se desarrollan, en los micelios, estructuras de fructificación negras y esféricas (cleistotecios) observables a simple vista.

Desarrollo: El clima fresco (15-22°C), nublado y húmedo (75-100% de humedad relativa) favorece el desarrollo del mildiú polvoriento.

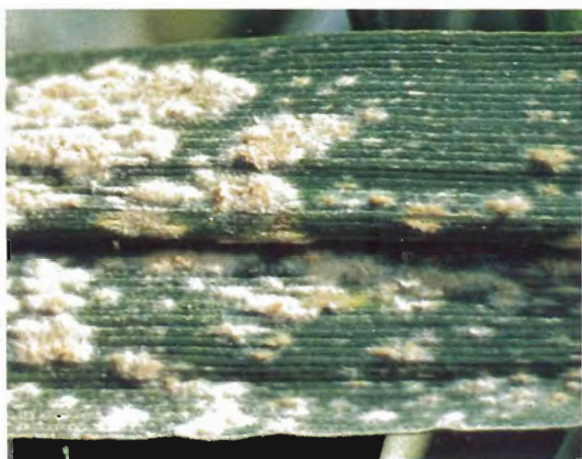
Huéspedes/Distribución: Es muy grande la especificidad del hongo con respecto a sus huéspedes. Las variedades que afectan al trigo atacan exclusivamente a este cereal y al parecer lo mismo sucede con aquellas que infectan a la cebada, la avena y el centeno. Existe una especialización aún mayor en forma de razas. El mildiú polvoriento se presenta en todo el mundo en las zonas frescas, húmedas y semiáridas donde se cultivan cereales.

Importancia: Esta enfermedad puede provocar una considerable disminución del rendimiento cuando se produce la infección en las primeras etapas del ciclo de cultivo y las condiciones son favorables para su desarrollo, de tal modo que se llega a un alto grado de infección antes de la formación de las espigas.

15



16



19

17



18



20

Enfermedades por *Septoria*

Tizón foliar causado por *Septoria tritici*

Mycosphaerella graminicola (*Septoria tritici*)

Tizón de la gluma causado por *Septoria nodorum*

Leptosphaeria nodorum (*S. nodorum*)

Tizón causado por *Septoria avenae*

Leptosphaeria avenaria, f. sp. *triticea*
(*S. avenae* f. sp. *triticea*)

Síntomas: Los sitios de la infección inicial tienen una forma irregular, con manchas o lesiones cloróticas ovales o alargadas. A medida que se extienden, el centro de las lesiones se torna de color pajizo pálido y ligeramente necrótico, a menudo con numerosos puntitos negros (picnidios) (17). Las lesiones causadas por *Septoria tritici* tienden a ser lineales y restringidas lateralmente (18), mientras que las que producen *Septoria nodorum* (19; página 23) y *Septoria avenae* tienen forma lenticular. Pueden ser afectadas todas las partes de la planta que se elevan sobre la superficie del suelo. La infección leve produce sólo lesiones dispersas, pero la infección intensa puede matar las hojas y espigas (20 es *S. nodorum*; página 23) y aun toda la planta. Suele ser difícil identificar las especies sobre el terreno y a menudo es necesario recurrir al examen microscópico.

(continúa)

Desarrollo: Las infecciones iniciales se presentan en las hojas inferiores y progresan hacia las superiores y las espigas cuando las condiciones ambientales siguen siendo propicias. El clima fresco (10-15°C) y prolongadamente húmedo y nublado favorece el desarrollo de estas enfermedades.

Huéspedes/Distribución: Estas enfermedades atacan fundamentalmente al trigo, pero hay otros cereales que son algo susceptibles. Las enfermedades se restringen a zonas templadas de cultivo del trigo, donde predomina un clima fresco y húmedo.

Importancia: Se pueden producir pérdidas considerables a causa de las semillas marchitas y de la disminución de los pesos hectolítricos cuando las infecciones llegan a ser graves antes de la cosecha.



19



20

21



22



24

Tizón foliar causado por *Helminthosporium*

Cochliobolus sativus Sin. *Helminthosporium sativus*,
Bipolaris sorokiniana, *Drechslera sorokiniana*

Síntomas: Las lesiones causadas por esta enfermedad tienen forma alargada u oval y por lo general son de color café oscuro. Conforme madura la lesión, el centro a menudo se torna de un color que varía entre el café claro y el bronceado, y está rodeado por un anillo irregular de color café oscuro (21 en la hoja; 22 en la espiga).

Desarrollo: Las infecciones primarias suelen presentarse en las hojas inferiores y comienzan como manchas o pecas cloróticas. Estos sitios de infección aumentan de tamaño, se vuelven de color café oscuro y con frecuencia se aglutinan. Cuando la enfermedad es grave, las hojas o vainas foliares afectadas pueden morir prematuramente.

Huéspedes/Distribución: El tizón foliar afecta al trigo, triticale, cebada y la mayoría de las gramíneas. Se le encuentra en todo el mundo, pero su prevalencia es mayor en zonas húmedas o de precipitación pluvial elevada.

Importancia: Cuando la infección se produce en un período temprano del ciclo del cultivo y las condiciones continúan siendo propicias para el desarrollo de la enfermedad, es posible que se llegue a la defoliación completa; en ese caso habrá una reducción considerable del rendimiento y los granos estarán muy arrugados.

Mancha bronceada (mancha amarilla de la hoja)

Pyrenophora trichostoma

(*Helminthosporium tritici-repentis*)

Sin. *P. tritici-repentis*, *Drechslera tritici-repentis*

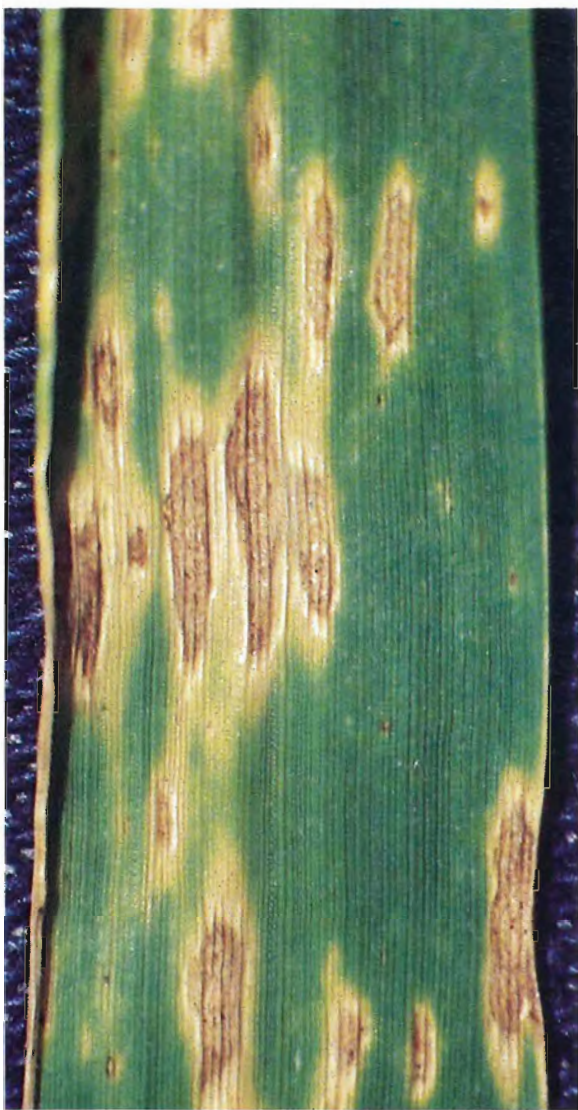
Síntomas: Al principio, las lesiones se presentan como pecas entre bronceadas y café, que se extienden y se convierten en manchas bronceadas irregulares ovoides o lenticulares, con bordes cloróticos o amarillos (23). A medida que se aglutinan estas manchas, se forman manchas de gran tamaño. Una característica de la enfermedad es la aparición de una manchita de color café oscuro a negro en el centro de la lesión. Conforme progresa la infección, mueren hojas completas, las espigas e incluso toda la planta.

Desarrollo: La infección inicial se origina en los restos de cultivos en el suelo o en gramíneas huéspedes enfermas. Por lo general se infectan primero las hojas inferiores y la enfermedad avanza hacia las superiores y las vainas foliares cuando las condiciones son propicias. La mancha bronceada existe en una amplia variedad de climas y es favorecida por los períodos prolongados (18 horas o más) de rocío o lluvia.

Huéspedes/Distribución: La mancha bronceada ataca al trigo y a varias otras gramíneas afines; el triticale, la cebada y el centeno son afectados con menor frecuencia. Se encuentra la enfermedad en las principales zonas templadas de cultivo del trigo.

Importancia: Cuando es grave la infección, puede causar la muerte prematura de las hojas y, por consiguiente, reducir el rendimiento al disminuir el peso hectolítrico y arrugarse los granos. La mancha bronceada ha adquirido mayor importancia con la creciente tendencia a emplear métodos de labranza mínima o no labrar la tierra, dejando restos de cultivos en el suelo.





Manchas foliares causadas por *Alternaria*

Alternaria triticina

Síntomas: Aparecen pequeñas lesiones cloróticas ovales o elípticas que, a medida que se extienden, toman una forma irregular. Los bordes de las lesiones pueden volverse difusos y de color café claro u oscuro (24). Es difícil distinguir estas lesiones de las que causan las especies de *Helminthosporium*. La infección comienza generalmente en las hojas inferiores, pero se pueden encontrar síntomas en todas las partes de la planta.

Desarrollo: El hongo sobrevive en forma de conidios sobre la semilla, o de micelios dentro de ésta. La esporulación en las hojas inferiores produce inóculo que puede ser dispersado por el viento y originar la propagación secundaria de la enfermedad. El inóculo transmitido por la semilla a menudo causa infecciones en la última parte del ciclo de cultivo. La humedad elevada o la irrigación y las temperaturas cálidas (20 a 25°C) favorecen la infección y el desarrollo de la enfermedad.

Huéspedes/Distribución: El trigo harinero y el trigo cristalino, así como varias gramíneas afines, son los huéspedes primarios. La enfermedad es frecuente en las zonas centrales y orientales del subcontinente de Asia.

Importancia: Las manchas foliares causadas por *Alternaria* pueden tener consecuencias graves si las condiciones ambientales son propicias para el desarrollo de la enfermedad; cuando se cultivan variedades susceptibles, se pueden producir pérdidas considerables.

Manchas foliares causadas por *Fusarium* (moho blanco)

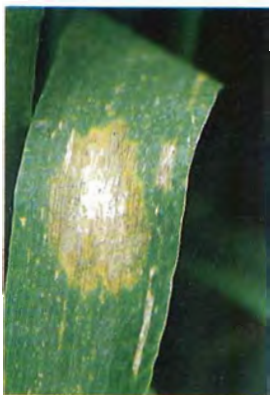
Calonectria nivalis (*Fusarium nivale*)

Síntomas: Las manchas causadas por este microorganismo se vuelven visibles en las hojas aproximadamente a fines de la etapa de formación de nudos y comienzos del embuchamiento. Las lesiones recientes se presentan como zonas moteadas ovales o elípticas, de color verde grisáceo, localizadas generalmente donde se curva la hoja (25). Las lesiones crecen con rapidez, convirtiéndose en manchas "oculares" con centros blanquecinos o de color gris claro; las hojas tienden a dividirse o desgarrarse a partir del centro de las lesiones (26). El hongo también puede causar tizón de las plántulas, pudrición del pie, roña de la espiga (27) y, en los cereales de invierno, moho niveo rosado.

Desarrollo: Las esporas se producen en restos de cultivos sobre la superficie del suelo o cerca de él y son transportadas a las hojas por el viento o las salpicaduras de lluvia. El tiempo fresco y húmedo favorece el desarrollo de la enfermedad.

Huéspedes/Distribución: En general, la enfermedad afecta más al trigo cristalino y el triticale que al trigo harinero o el centeno; la avena y la cebada parecen ser inmunes. Los informes indican que la distribución de la enfermedad está limitada a África oriental, las zonas altas de México, la Región Andina de América del Sur y partes del sur de China.

Importancia: Cuando la enfermedad es grave, puede provocar la defoliación completa con el consiguiente desarrollo escaso de granos, arrugamiento de éstos y pesos hectolítricos bajos (28).



25



26



27



28

29



30



32

Roña (tizón de la espiga)

Fusarium spp.

Síntomas: Las florecillas infectadas (especialmente las glumas exteriores) se oscurecen un poco y se tornan aceitosas (29). Las conidiosporas se producen en esporodoquios, que dan a la espiga un color rosado brillante (30). Los granos infectados están llenos de micelios y la superficie de las florecillas, totalmente cubierta por micelios blancos.

Desarrollo: Varias especies de *Fusarium* pueden atacar a las espigas de los cereales de grano pequeño; durante la antesis se infectan los ovarios y el clima cálido y húmedo favorece la infección durante la formación de espigas y después de ella. Se requieren temperaturas entre 10 y 28°C para que se produzca la infección. Una vez producida la infección primaria, la enfermedad se propaga de una florecilla a otra mediante el desarrollo de micelios a través de la estructura de la espiga.

Huéspedes/Distribución: Todos los cereales de grano pequeño pueden ser atacados por esta enfermedad. Las especies de *Fusarium* se encuentran en casi todos los suelos y en los restos de cultivos.

Importancia: Las infecciones graves pueden causar una disminución del rendimiento de más del 50% y una reducción considerable de la calidad del grano. Los granos de las espigas enfermas con frecuencia están arrugados. El grano cosechado que tenga más del 5% de granos infectados puede tener toxina suficiente para ser nocivo para el hombre y los animales.

Ergot (cornezuelo)

Claviceps purpurea

Síntomas: Durante la floración, las florecillas infectadas producen un exudado amarillento, pegajoso y dulzón (que contiene conidios), visible sobre las glumas. A medida que madura la espiga, los granos de las florecillas infectadas son reemplazados por estructuras fungosas, de un color que fluctúa entre el café y el negro purpúreo (esclerocios o "cuerpos del cornezuelo") (31). Estos cuerpos del cornezuelo pueden llegar a los 20 mm de longitud (32).

Desarrollo: La infección primaria es causada por ascosporas de las estructuras de fructificación producidas por esclerocios del cultivo del año anterior. Las ascosporas infectan las florecillas, que luego producen el exudado pegajoso que contiene conidios. Ese exudado atrae insectos que llevan conidios a florecillas sanas en la misma espiga o en otras próximas. El clima lluvioso o húmedo favorece la producción de exudado y esporas. En cada florecilla infectada se desarrolla un cuerpo del cornezuelo; esas estructuras fungosas pueden sobrevivir en el suelo de una estación a otra y, cuando hay sequedad, siguen siendo viables durante muchos años. Los esclerocios necesitan temperaturas frías para germinar.

Huéspedes/Distribución: Se encuentra cornezuelo en casi todos los cereales de grano pequeño, especialmente cuando, por alguna razón (por ejemplo, las heladas), se produce esterilidad. Las florecillas estériles tienden a abrirse y, en consecuencia, están más expuestas a la infección. La prevalencia de la enfermedad es mayor en climas húmedos y frescos.

Importancia: La disminución del rendimiento suele ser pequeña, pero las pérdidas causadas por la menor calidad del grano se producen en todo el mundo y pueden ser considerables.

31



32



35

33



34



36

Punta negra del grano

Alternaria, *Helminthosporium* y *Fusarium* spp.

Síntomas: El pericarpio de los granos de trigo en maduración se torna de color café oscuro o negro y esta coloración generalmente se limita al ápice germinal (33;34 muestra semilla sana). Si la enfermedad es causada por especies de *Alternaria*, el color oscuro afecta sólo al pericarpio; cuando la infección es provocada por las especies *Helminthosporium* o *Fusarium*, puede resultar invadido el germen, que se daña o muere. Hay otros hongos que pueden causar punta negra, pero los tres mencionados son los más comunes.

Desarrollo: Por lo general estos hongos infectan los granos durante el estado masoso. Cuando predomina el tiempo húmedo unos días o una semana antes de la cosecha, la incidencia de la infección aumenta y se desarrolla la punta negra en muchas variedades cultivadas.

Huéspedes/Distribución: El trigo es el principal huésped; también pueden ser afectados el triticale y varias gramíneas afines. La enfermedad tiene una distribución mundial y se le encuentra dondequiera que se cultiven cereales de grano pequeño.

Importancia: Las pérdidas obedecen fundamentalmente a los precios inferiores que se pagan por el grano descolorido; cuando intervienen especies de *Helminthosporium* o *Fusarium*, también puede disminuir la viabilidad de la semilla.

Mildiú veloso

Sclerophthora macrospora (*Sclerospora macrospora*)

Síntomas: Las plantas enfermas macollan en exceso, tienen tallos cortos, erectos, irregulares o retorcidos de color verde amarillento, y las hojas son gruesas, erectas y por lo general verticiladas (35). Los macollos mueren prematuramente o nunca llegan a ser espigas. Cuando esto sucede, las espigas se ramifican y algunos de los tejidos florales se convierten en estructuras que parecen hojas (36).

Desarrollo: En el caso de los cereales, esta enfermedad se asocia con terrenos excesivamente irrigados o inundados. Se acelera el desarrollo cuando las temperaturas fluctúan entre los 10 y 25°C. El inóculo presente en el suelo o que proviene de hierbas enfermas inicia la infección, pero, para que ésta se produzca, es necesario que haya agua. Los síntomas son más evidentes durante las etapas de desarrollo correspondientes al macollamiento y elongación de los tallos de la planta huésped.

Huéspedes/Distribución: El hongo cuenta con una amplia gama de huéspedes que incluye los cereales de grano pequeño, el maíz, el sorgo y la mayoría de las gramíneas. Se le puede encontrar dondequiera que el terreno esté mal avenado o inundado.

Importancia: Se producen epifitias pequeñas y localizadas cuando las condiciones son favorables. No se han comunicado epifitias muy difundidas y destructoras.

35



36



37



Mal del pie

Gaeumannomyces graminis f. sp. *tritici*

Sin. *Ophiobolus graminis*

Síntomas: Este hongo causa pudrición de la raíz y de la parte inferior de los tallos. Los tejidos de los tallos basales y vainas foliares y las raíces suelen tomar un color negro brillante (37). Cuando se examina la planta con una lupa (10x), con frecuencia se observan hifas fungosas oscuras en el entrenudo de la subcorona, bajo las vainas de las hojas más viejas. En las raíces son muy visibles hifas negras y gruesas llamadas cordones. Las plantas que sufren enanismo, con tallos y espigas blanquecinos, indican que la infección es grave (38, p. 43). Cuando la infección se produce en un período temprano del ciclo del cultivo, disminuye el número de macollos y las espigas a menudo son estériles.

Desarrollo: El hongo sobrevive en los restos de cultivos en el suelo. La infección inicial se origina en el contacto con hifas o ascosporas que se encuentran en el suelo y puede producirse durante todo el ciclo del cultivo, pero es favorecida por las temperaturas frescas (12-18°C) del suelo y por los suelos alcalinos o que carecen de nutrientes. Al parecer el nitrato también propicia el desarrollo de la enfermedad. La infección de las raíces que se produce durante el otoño y a comienzos de la primavera por lo general avanza hacia los tejidos de la corona y la parte inferior de los tallos; las infecciones que se producen en períodos posteriores del ciclo de cultivo causan menos daño porque comúnmente se restringen a las raíces.

(continúa)

Huéspedes/Distribución: El hongo del mal del pie muestra cierta especificidad con respecto al trigo, el triticale y varias gramíneas afines. La distribución de la enfermedad parece limitarse a zonas templadas de cultivo del trigo.

Importancia: El mal del pie está muy difundido en zonas de monocultivo y se sabe que ha causado una considerable disminución del rendimiento en zonas donde se cultiva trigo de invierno y trigo de primavera sembrado en otoño, especialmente cuando se emplean prácticas de encalado o labranza mínima.



39



40



44

Mancha ocular (quiebra-paja)

Pseudocercospora herpotrichoides
Sin. *Cercospora herpotrichoides*

Síntomas: El síntoma más evidente de esta enfermedad son las lesiones elípticas, en forma de ojos, que se producen en los entrenudos de la parte inferior del tallo (39). Las lesiones están rodeadas por anillos de color café verdoso u oscuro, tienen un color pajizo en el centro y con frecuencia se presentan en las vainas foliares a nivel del suelo. Las lesiones pueden aglutinarse y perder su apariencia característica de "mancha ocular". Cuando la infección es grave, el tallo se quiebra cerca del suelo o a través de la lesión que lo debilita (40). No se presentan síntomas en las raíces.

Desarrollo: La infección primaria se origina en conidios o micelios que se producen en restos de cultivos sobre la superficie del suelo o cerca de él; es necesario que exista el contacto con el coleoptilo o áreas basales de los tallos jóvenes. El tiempo fresco y húmedo y la humedad elevada a nivel del suelo favorecen el desarrollo de la enfermedad.

Huéspedes/Distribución: El trigo, el triticale, el centeno, la avena y otras gramíneas afines pueden ser afectados por la enfermedad, pero el trigo es más susceptible; el trigo de invierno y el trigo de primavera sembrado en otoño con frecuencia resultan dañados. La mancha ocular se presenta en zonas de clima fresco y húmedo donde predomina el cultivo de cereales sembrados en otoño.

Importancia: La mancha ocular puede matar los macollos o, incluso, toda la planta. Con más frecuencia, la disminución del rendimiento es consecuencia del tamaño y número reducidos de los granos y del acame.

Mancha ocular muy nítida y pudrición de la raíz por *Rhizoctonia*

Rhizoctonia solani

Síntomas: Los síntomas primarios de la mancha ocular muy nítida son las lesiones que se desarrollan en las vainas foliares basales; estas lesiones son similares a las causadas por *Pseudocercospora herpotrichoides* (mancha ocular). Las lesiones de la mancha ocular muy nítida son más superficiales y tienen un contorno más neto que las lesiones típicas de la mancha ocular. Los bordes son de café oscuro y el centro es pálido, de color paja (41). A menudo existen micelios en el centro de las lesiones, que se quitan fácilmente frotándolos con los dedos. También las raíces pueden resultar afectadas; en ese caso, se tornan de color café y su número disminuye. La enfermedad puede producir enanismo y una reducción del número de macollos.

Desarrollo: La infección depende mucho de las condiciones ambientales. Los suelos arenosos y secos, las temperaturas frescas y la humedad elevada favorecen el desarrollo de la enfermedad. El hongo perdura en el suelo y en los restos de cultivos, e invade los tejidos de la raíz y la corona.

Huéspedes/Distribución: *Rhizoctonia solani* quizá tenga una gama de huéspedes más amplia que la de cualquier otro agente patógeno; ataca a la mayoría de los cultivos y prácticamente todos los miembros de la familia *Graminae* son susceptibles. Es un hongo ubicuo, que se encuentra en casi todas partes en el suelo y en los restos de cultivos.

Importancia: La enfermedad por lo general es más grave en los campos donde continuamente se siembran cereales, en especial trigo de invierno, pero no se han registrado epifitias importantes o muy extensas.



42



43



48

Pudrición común de la raíz, pudrición del pie y pudrición de la corona

Helminthosporium, Fusarium y Pythium spp.

Síntomas: Estos hongos afectan los tejidos de la raíz, la corona y los tallos basales, que se tornan oscuros o de color café. A veces se acaman plantas aisladas o grupos de plantas y con frecuencia se observan espigas blancas antes de llegar a la madurez fisiológica normal (42). La infección a comienzos del desarrollo del cultivo puede provocar "secadera temprana" de las plántulas antes o después de emerger (43). Como cada hongo puede atacar a una parte diferente de la planta en una etapa distinta del desarrollo, es difícil llegar a una identificación categórica del agente etiológico.

Desarrollo: Los tejidos de la raíz o la corona son infectados por conidios o micelios que se encuentran en los restos de cultivos. Los suelos secos y con temperaturas altas favorecen la infección y el desarrollo de la pudrición común de la raíz cuando las plantas están expuestas a condiciones desfavorables. Los suelos más frescos y húmedos por lo general son más propicios para que se produzcan las pudriciones de la raíz, del pie y de la corona causadas por especies de *Fusarium*, mientras que los suelos muy húmedos son favorables para las especies de *Pythium*.

Huéspedes/Distribución: Estas enfermedades afectan a todos los cereales de grano pequeño más importantes que se cultivan en las zonas templadas del mundo.

Importancia: No se han comunicado epifitias de importancia. No obstante, pueden producirse pérdidas localizadas como consecuencia de la menor densidad de plantas, una disminución del número de macollos y la reducción del tamaño de las espigas y de los pesos hectolítricos.

Marchitez de los cereales (tizón sureño)

Corticium rolfsii (*Sclerotium rolfsii*)

Síntomas: Cuando la infección se presenta a comienzos del ciclo de desarrollo del cultivo, se puede producir la "secadera temprana" de las plántulas antes o después de que emerjen. Los tejidos enfermos con frecuencia tienen en la superficie micelios blancos y esponjosos (44) que a menudo impregnan el suelo que rodea a la planta. El desarrollo posterior de la enfermedad causa pudrición de los tallos, coronas y raíces y, con el tiempo, la muerte de la planta; esto provoca la aparición de "espigas blancas" en el cultivo verde (45). Comúnmente se encuentran esclerocios sobre los tejidos de la corona, los tallos o cerca de la superficie del suelo (46). Los esclerocios jóvenes son blanquecinos y se vuelven de color café oscuro con la edad.

Desarrollo: *Sclerotium rolfsii* puede atacar a la planta en cualquier etapa de su desarrollo. Los micelios fungosos que se encuentran en los restos de cultivo o los esclerocios actúan como inóculo primario. Las temperaturas cálidas (20°C o más), la excesiva humedad y los suelos ácidos favorecen la infección y el desarrollo de la enfermedad.

Huéspedes/Distribución: La mayoría de los cereales y las gramíneas, así como también las especies de plantas de hoja ancha, son sensibles y el hongo está muy difundido en zonas tropicales y subtropicales.

Importancia: La enfermedad rara vez se convierte en un problema en las zonas donde tradicionalmente se cultiva el trigo.

44



45



46





Mohos negros (mohos de hollín)

Alternaria, Cladosporium, Stemphylium, Epicoccum y otras especies

Síntomas: El síntoma típico es el ennegrecimiento de espigas maduras o muertas, causado por una acumulación superficial de micelios y tejido fungoso en esporulación (47).

Desarrollo: Cuando el tiempo es húmedo o lluvioso durante la maduración del cultivo o cerca de ella, o cuando las plantas están muy infestadas por áfidos o mueren prematuramente, posiblemente sean invadidas por uno o más de estos hongos. Los mohos negros no constituyen técnicamente una enfermedad, ya que son saprofitos e invaden sólo tejidos vegetales muertos o a punto de morir.

Huéspedes/Distribución: Los mohos negros afectan a todo tipo de tejido vegetal muerto o muy enfermo y se les encuentra en todo el mundo.

Importancia: Por lo general, los mohos negros no son importantes desde el punto de vista económico. En condiciones de humedad o lluvia, los hongos pueden invadir los granos maduros y causar decoloración, punta negra o tizne.

Enfermedades bacterianas

Los patógenos bacterianos de las plantas son pequeños bastones unicelulares cuya longitud varía de 1 a 3 μm . No poseen un núcleo bien definido, ni tampoco una membrana nuclear. Las bacterias son propagadas por insectos, viento, salpicaduras de lluvia y medios mecánicos. Por lo general es necesaria el agua libre para que se produzca la infección; la penetración del tejido huésped se lleva a cabo a través de heridas o aberturas de los estomas. Los patógenos invaden el sistema vascular o los espacios intercelulares del tejido; la necrosis es el resultado de la producción de toxinas o de la actividad enzimática de las bacterias.



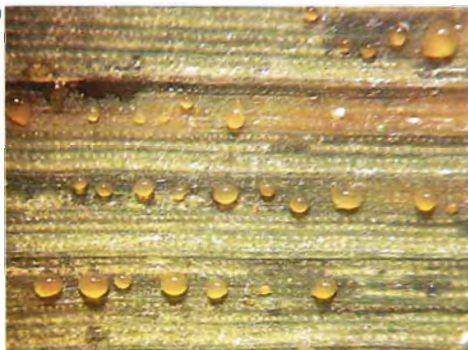
48



49



50



56

Pajilla negra bacteriana y rayado bacteriano

Xanthomonas campestris pv. *translucens*

Sin. *X. translucens*, *X. translucens* f. sp. *undulosa*,
X. campestris pv. *undulosa*

Síntomas: La pajilla negra y el rayado bacteriano son causados por el mismo microorganismo; el sitio y extensión de los síntomas dependen de la cepa de la bacteria, la variedad afectada y las condiciones ambientales. La pajilla negra ataca fundamentalmente a las glumas (48) mientras que el rayado bacteriano se presenta en las hojas y/o vainas foliares (49). Los síntomas iniciales consisten en lesiones o franjas cloróticas angostas que parecen mojadas; cuando hay períodos prolongados de lluvia o rocío suelen observarse gotitas de un exudado amarillento y pegajoso (50) que se secan y forman pequeñas costras o una película translúcida sobre la superficie de los tejidos afectados. La película puede resquebrajarse y presentar una apariencia escamosa. Cuando la infección se produce en un período temprano del ciclo del cultivo, se puede infectar la espiga y se produce esterilidad; si la enfermedad es grave, mueren hojas y espigas completas.

Desarrollo: La bacteria puede ser transmitida por la semilla y perdura en los restos de cultivos en el suelo, soportando temperaturas tanto cálidas como muy frías. Para la infección y la propagación de la enfermedad es necesario que exista humedad libre. La enfermedad se propaga mediante el contacto con plantas e insectos y las salpicaduras de lluvia.

Huéspedes/Distribución: Estas enfermedades se presentan en todo el mundo y atacan a todos los cereales de grano pequeño y a muchas gramíneas.

Importancia: La pajilla negra y el rayado bacteriano rara vez causan daños significativos, a pesar de que los síntomas a menudo son extensos.

Pudrición basal de la gluma y tizón bacteriano de la hoja

Pseudomonas syringae pv. *atrofaciens*
Sin. *Pseudomonas atrofaciens*

Síntomas: Pueden resultar infectadas las hojas, tallos y espigas de trigo y triticale. Las infecciones comienzan como lesiones pequeñas llenas de agua, de color verde oscuro, que se tornan de color café oscuro o negrozco. En las espiguillas, las lesiones comúnmente comienzan en la base de la gluma y con el tiempo pueden extenderse sobre la totalidad de ésta (51). Las glumas enfermas tienen una apariencia traslúcida cuando se les pone contra la luz. Con el tiempo se observa un color café oscuro o negro. La enfermedad puede extenderse al raquis y también pueden presentarse lesiones en los granos (52). Cuando el tiempo está húmedo o llueve, suele aparecer un exudado bacteriano gris blanquecino. La infección provoca una coloración oscura en los tallos y causa lesiones pequeñas e irregulares, llenas de agua, en las hojas. Se pueden confundir los síntomas con los de otras enfermedades bacterianas, como el melanismo genético (falsa pajilla negra), el tizón causado por *Septoria nodorum* (tizón de la gluma) y el daño provocado por las heladas.

Desarrollo: El agente patógeno sobrevive en los restos de cultivos y en diversas gramíneas huéspedes y es diseminado por salpicaduras de lluvia o por insectos; la enfermedad puede ser transmitida por la semilla.

Huéspedes/Distribución: La enfermedad puede afectar a todos los cultivos de cereales de grano pequeño en todo el mundo.

Importancia: La pudrición basal de la gluma no tiene importancia económica, pero su presencia se registra con frecuencia en zonas húmedas donde se cultivan los cereales.

51



52



59

53



Tizón bacteriano de la espiga (podrición amarilla de la espiga)

Corynebacterium tritici

Síntomas: El tizón bacteriano de la espiga se manifiesta por un exudado amarillo en las espigas, que se vuelve blanco al secar. A menudo las espigas y los cuellos emergen como una masa pegajosa y deforme (53); además, las primeras hojas pueden aparecer arrugadas o torcidas. En algunas regiones, esta bacteria se asocia con el nematodo *Anguina tritici*.

Desarrollo: La bacteria persiste en el material orgánico que queda sobre el suelo. Si alcanza el ápice de la planta dentro del verticilo foliar, ataca al trigo; la transmisión con frecuencia se efectúa mediante el nematodo *A. tritici*.

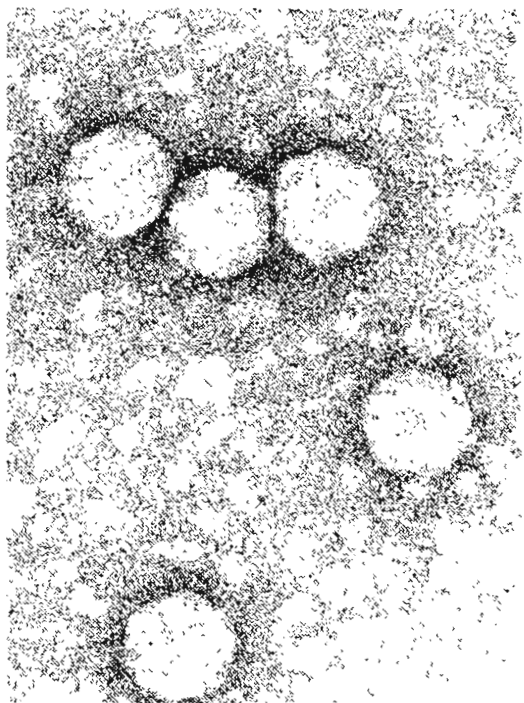
Huéspedes/Distribución: El trigo es la única especie cultivada que es huésped de esta bacteria, aunque hay otras gramíneas que también son sensibles a ser atacadas. La enfermedad se registra a menudo en el subcontinente asiático.

Importancia: El tizón bacteriano de la espiga no tiene mayor importancia económica.

Enfermedades causadas por virus

Los virus son los agentes patógenos más pequeños incluidos en este manual de campo y sólo una enfermedad viral (BYD) aparece aquí. La partícula viral infecciosa, llamada virión, es un estadio estable no reproductivo mediante el cual el virus es transferido de una planta a otra. Los virus se multiplican en la planta huésped y la transmisión puede producirse por varios medios: insectos y ácaros (especialmente insectos succionadores, como los áfidos), nematodos, la semilla, el polen, hongos, el suelo y medios mecánicos.

Las virosis a menudo son difíciles de detectar porque los huéspedes infectados quizás no presenten síntomas visibles o éstos se asemejan mucho a los diversos trastornos fisiológicos o anomalías genéticas. Se puede facilitar la identificación determinando cuáles son los vectores y la gama de huéspedes; en muchos casos, se requiere el empleo de un microscopio electrónico y técnicas serológicas para una identificación categórica.



54



55



Enanismo amarillo de la cebada

Síntomas: Los síntomas del enanismo amarillo de la cebada (BYD) varían según la especie de cultivo afectada, la edad de la planta en el momento de la infección, la cepa del virus y las condiciones del medio. Los síntomas con frecuencia se encubren o se confunden con otros problemas. Las plantas afectadas presentan hojas amarillentas (54) o rojizas (avena y algunos trigos), enanismo, hojas engrosadas y rígidas en posición erecta (55), crecimiento de raíces reducido, retraso (o ausencia) de la formación de espigas y disminución del rendimiento. Las espigas de las plantas enfermas tienden a mantenerse erguidas y se tornan negras o descoloridas durante la maduración, a causa de las colonias de hongos saprofitos.

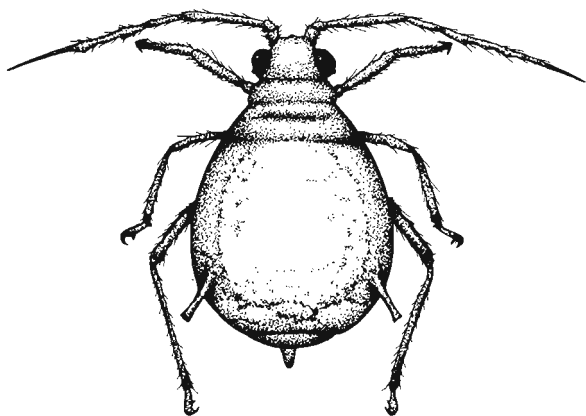
Desarrollo: Las temperaturas de aproximadamente 20°C son favorables para el desarrollo de la enfermedad y los síntomas aparecen alrededor de 14 días después de la infección.

Vectores/Huéspedes/Distribución: Con el término virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) se designa a varios virus afines, todos transmitidos por áfidos. Más de 20 especies de estos insectos pueden actuar como vectores. El enanismo amarillo de la cebada es probablemente la virosis de los cereales con distribución más amplia en el mundo. No sólo ataca al trigo sino también a la cebada, el triticale, la avena y muchas otras especies de gramíneas.

Importancia: La infección durante un período temprano del ciclo del cultivo puede producir disminuciones del rendimiento de más de un 20% y se han registrado pérdidas mucho mayores.

Plagas causadas por insectos

El trigo y el triticale pueden ser atacados por una gran cantidad de insectos. Por fortuna, sólo algunas especies de insectos tienen considerable importancia porque provocan grandes daños en zonas muy extensas; la mayoría de las especies constituyen plagas sólo en ocasiones, o no tienen una distribución geográfica muy amplia. La "condición de plaga" de muchas especies no siempre está bien documentada.



Guía para el diagnóstico

Síntomas

Hoja o vaina foliar

*Pústulas prominentes con esporas negras, anaranjadas o amarillas (p. 2, 5, 6, 17)

*Tejido superficial fungoso, de color grisáceo, rosado a blanco (p. 18, 33)

*Tejido superficial fungoso, oscuro (p. 25, 37, 53)

*Estructuras de fructificación fungosas de color oscuro, dentro de lesiones cafésosas (p. 21)

*Pecas (p. 2, 5, 6, 18, 25, 26, 71, 79, 95, 111)

*Manchas (p. 26, 128, 109, 107, 111, 128)

*Lesiones o manchas que semejan halos, con bordes coloreados que contrastan (p. 2, 5, 6, 26, 107, 119)

*Otros tipos de manchas (p. 30, 58, 71, 128, 131)

*Exudado de color amarillo a blanco grisáceo (p. 57, 58)

*Coloración amarillenta, clorosis, necrosis, atrofia del crecimiento (p. 17, 41, 45, 46, 49, 50, 65, 75, 88, 99, 100, 103, 116, 120)

*Enrojecimiento, achaparramiento (p. 65, 116)

Síntomas

*Hojas y/o vainas deformadas, encrespadas, enrolladas o retorcidas (p. 17, 38, 71, 95, 99, 119, 128)

*Hojas mordidas y desgarradas o ausencia de hojas (p. 75, 92)

*Estrías longitudinales mordidas (p. 76, 92)

Tallo o vaina

*Pústulas prominentes con esporas negras, café, anaranjadas o amarillas (p. 2, 5, 6)

*Tejido superficial fungoso de color blanco, rosado o grisáceo (p. 18)

*Tejido fungoso negro y brillante bajo la vaina (p. 41)

*Lesiones oculares alargadas muy nítidas, de color café (p. 45, 46)

*Decoloración bronceada uniforme (p. 49)

*Manchas o estrías de color entre café y negro (p. 21, 57, 107)

*Acame, tallos rotos (25, 45, 46, 80, 83, 84, 131)

Raíz o corona

*Pudriciones oscuras, lesiones (p. 41, 49)

*Estructuras de fructificación de color blanco a negro (p. 50)

Síntomas

- * Micelios blancos (49, 50)
- * Nudo negro y brillante en la corona (p. 41)
- * Raíces deformadas, cortas y gruesas o con nudos (100, 103, 120)
- * Agallas blancas o café, quistes o nódulos (p. 100, 103)
- * Raíces cortadas o mordidas (p. 75, 87, 88)

Espiga

- * Espiga totalmente negra, transformada en una masa pulverulenta (p. 14)
- * Pústulas prominentes con esporas amarillas, anaranjadas o negras (p. 2, 5, 6)
- * Tejido superficial fungoso, de color blanco, rosado o grisáceo (p. 18, 33)
- * Tejido superficial fungoso, de color oscuro (p. 53)
- * Manchas o estrías café, negras o púrpuras sobre las glumas (p. 21, 25, 26, 57, 108)
- * Exudado amarillo (p. 57, 61)
- * Espiga totalmente blanca, maduración forzada, semillas arrugadas o ausencia de semilla (p. 2, 53, 65, 72, 83, 84, 119, 131)

Síntomas

- * La espiga está retorcida o distorsionada en otra forma y quizá no brote de la vaina foliar (p. 38, 61, 71, 99, 119, 128, 131)

Semilla

- * Descolorida, con modificaciones de la forma, tamaño o textura
 - De color negro; transformada en una masa pulverulenta (p. 14)
 - De color gris a negro; se aplasta con facilidad y tiene un olor fuerte (p. 9, 13)
 - De color café a negro; dura (p. 34)
 - Parcialmente descolorida; contiene esporas negras pulverulentas (p. 13)
- * Sólo descolorida (p. 29, 33, 37, 53, 99)

Toda la planta

- * Grupos de plantas dañadas o que presentan achaparramiento (p. 41, 45, 46, 49, 50, 65, 87, 100, 123, 124, 127)
- * Enanismo con macollamiento excesivo (p. 112)

56



57



58



Afidos (diversas especies)

Síntomas: Los áfidos son insectos succionadores de cuerpo blando, casi transparente (56). Cuando existen en cantidades abundantes, pueden causar amarillamiento y muerte prematura de las hojas. Exudan gotitas de un líquido azucarado llamado "rocío de miel" que puede causar diminutas manchas chamuscadas en las hojas y favorece el desarrollo de mohos negros. Al alimentarse, *Schizaphis graminum* (57) causa estragos, pues provoca la aparición de zonas necróticas acompañadas a veces de una coloración púrpura y el enrollamiento de las hojas infestadas, en tanto que *Diuraphis noxia* produce largas estrías blancas en las hojas (58), el enrollamiento de éstas, tendencia al crecimiento postrado y espigas estériles.

Ciclo vital: El ciclo vital de los áfidos incluye formas sexuales y asexuales, con alas (aladas) y sin ellas (ápteras). Cuando se alimentan de los cereales, las hembras de la mayoría de las especies de áfidos se reproducen en forma asexual (sin ser fecundadas) y dan origen a ninfas, no a huevos.

Huéspedes/Distribución: Las especies comúnmente encontradas en los cereales en todo el mundo incluyen:

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| * <i>Rhopalosiphum padi</i> | * <i>Schizaphis graminum</i> |
| * <i>R. maidis</i> | * <i>Metopoliphium dirhodum</i> |
| * <i>Sitobion avenae</i> | * <i>Diuraphis noxia</i> |

Importancia: Los áfidos son una plaga importante y muy difundida que azota a los cereales. Un número suficiente de insectos puede causar daños considerables cuando se alimenta. Además, las especies mencionadas arriba pueden actuar como vectores del virus del enanismo amarillo de la cebada.

Chinches apestosas (diversas especies)

Síntomas: Las chinches apestosas adultas se alimentan del tejido de los tallos o de los granos en desarrollo (59). La saliva de este insecto es tóxica para la planta y una sola perforación que el insecto haga para alimentarse puede provocar la muerte del tallo. Si el insecto se alimenta de los granos durante el estadio masoso lechoso, éstos resultan destruidos; cuando lo hace durante estadios posteriores del desarrollo, los granos se arrugan considerablemente. Cuando el insecto se alimenta de la espiga en desarrollo se puede producir esterilidad parcial o total. Las chinches apestosas adultas tienen el cuerpo en forma de escudo (60) y despiden un olor desagradable cuando se les aplasta.

Ciclo vital: Las chinches apestosas pasan el invierno como adultas y pueden entrar en períodos de letargo. Suelen hibernar bajo las hojas muertas y la hierba. En primavera emigran hacia cereales huéspedes, se aparean y ponen huevos en diversos sitios de la planta. De los huevos nacen ninfas que se alimentan de la planta. Los inviernos benignos y las precipitaciones escasas parecen favorecer el desarrollo de estas plagas de insectos.

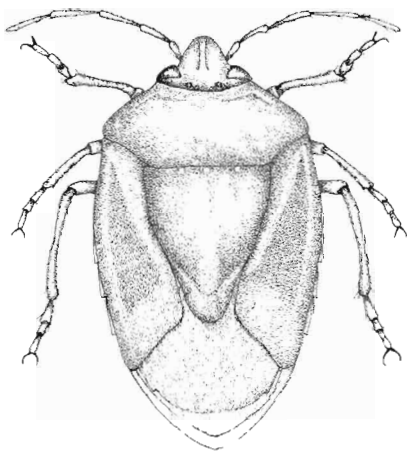
Huéspedes/Distribución: La chinche apestosa se alimenta de la mayoría de los cereales y gramíneas y también de una amplia gama de hierbas (según la especie). La chinche apestosa tiene considerable importancia económica en Asia Menor.

Importancia: Las pérdidas causadas por las chinches apestosas son muy variables y dependen de la densidad de los insectos, las condiciones del tiempo y la duración del período de desarrollo del cultivo. Las pérdidas obedecen fundamentalmente a una disminución de la calidad panificadora.

59

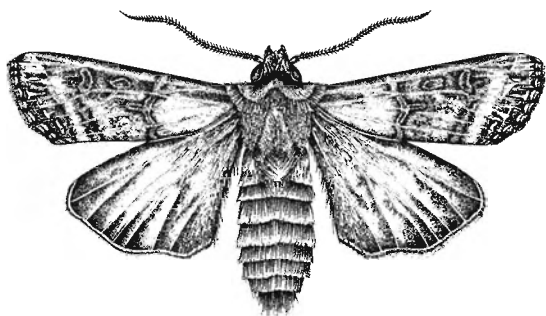


60

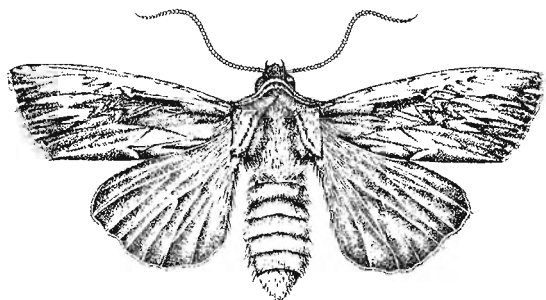


73

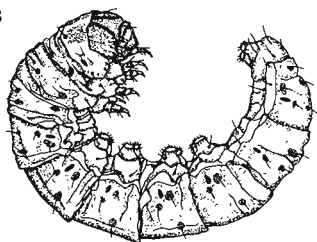
61



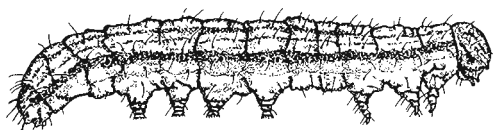
62



63



64



74

Gusanos soldados, gusanos cortadores y barrenadores del tallo (diversas especies)

Síntomas: El principal síntoma es la defoliación de la planta. Las larvas se alimentan de las hojas y mastican desde los bordes hasta la nervadura central; también se alimentan de las espigas de los cereales. Las infestaciones grandes pueden ser muy destructivas; las larvas trepan por la planta y cortan el cuello debajo de la espiga. Se pueden encontrar especies que se alimentan sobre la superficie del suelo, otras que comen las raíces bajo tierra y otras que se alimentan dentro del tallo.

Ciclo vital: Los gusanos cortadores (61) y soldados adultos (62) son mariposillas; las hembras desovan sobre las hojas y vainas foliares cerca del suelo. Estos huevos eclosionan en unos días y al comienzo las larvas (63, gusanos cortadores; 64, gusanos soldados) se alimentan cerca del sitio donde nacen. Durante el día se les encuentra en grietas del suelo o bajo las piedras y se alimentan en la noche o en la mañana temprano. Cuando el tiempo es húmedo, suelen alimentarse todo el día.

Huéspedes/Distribución: Las larvas generalmente son omnívoras con respecto a las gramíneas. Se encuentran especies de estos insectos en la mayoría de las zonas del mundo donde se cultivan cereales.

Importancia: Los gusanos cortadores y soldados esporádicamente causan daños considerables; cuando esto sucede, llegan a devastar grandes extensiones.

Escarabajo de la hoja de los cereales

Oulema melanopa

Síntomas: Los escarabajos adultos tienen 4 a 5 mm de largo, cabeza negra, tórax de color café claro y la cubierta de las alas brillante, de color verde azulado y con líneas paralelas formadas por pequeños lunares (65). Las larvas son de color amarillo opaco o brillante, pero pronto adquieren la apariencia de una masa globular negra y viscosa, a causa del montículo de materia fecal que producen y acumulan sobre el lomo (66,67). El síntoma más notable de la infestación por estos escarabajos son las rayas longitudinales muy marcadas sobre las hojas (68), consecuencia de la alimentación de los escarabajos adultos y las larvas.

Ciclo vital: El insecto produce una generación por año. Los adultos comienzan su actividad de alimentación en la primavera. Ponen huevos amarillos, aislados o en pequeñas cadenas, y los cubren con una película pegajosa que los mantiene en su sitio. Las pupas se forman en el suelo y en el verano surgen las formas adultas. Los insectos adultos pasan el invierno bajo residuos vegetales en la superficie del suelo, en las vainas foliares y mazorcas de maíz o bajo la corteza de los árboles.

Huéspedes/Distribución: El escarabajo de la hoja de los cereales puede ser un problema para los cereales sembrados en el otoño. Los trigos con hojas velludas resultan menos afectados que los que tienen hojas sin vello.

Importancia: Pueden producirse pérdidas considerables del rendimiento en el trigo de invierno y en el trigo de primavera sembrado en el otoño. Ha habido disminuciones del rendimiento que fluctuaron entre el 14% y más del 25%, como consecuencia de infestaciones naturales.



65



66



67



68



Trips (diversas especies)

Síntomas: Los trips son insectos pequeños (1 mm de largo) de color café o negro, con abdomen segmentado y cónico. Tienen aparato bucal perforador y succionador y, por lo general, dos pares de alas estrechas. Comúnmente se les encuentra bajo la vaina de la hoja bandera, alimentándose del tallo (69). No obstante, también pueden atacar las hojas, tallos y espigas. Las formas adultas y las ninfas producen daños y, cuando su número es grande, hacen que el tejido del cual se alimentan tome una coloración gris plateada.

Ciclo vital: Los huevos se insertan en el tejido huésped o se adhieren a él. El tiempo de generación es muy breve y pueden producirse 10 o más generaciones al año. Las precipitaciones intensas generalmente destruyen gran parte de la población.

Huéspedes/Distribución: Varias especies de trips viven exclusivamente en los cereales, el forraje o la maleza.

Importancia: Los trips rara vez causan un daño grave y es poco frecuente encontrar infestaciones de un grado tal que justifique medidas para combatirlos.

Mosca de Hesse

Mayetiola destructor

Síntomas: Las infestaciones graves con moscas de Hesse causan enanismo, densidad de plantas reducida, acame y disminución del rendimiento. El daño es totalmente causado por las larvas que succionan el zumo de los tejidos vegetales (70). Si se produce la infestación durante el período de formación de nudos, los tallos infestados a menudo se rompen antes de alcanzar la madurez. La mosca de Hesse tiene 3 a 4 mm de largo, cabeza y tórax negros y el abdomen rosado o de color café amarillento.

Ciclo vital: Las pupas que han hibernado en la paja o el rastrojo se transforman en moscas adultas en la primavera. Los huevos diminutos y rojizos, dispuestos en hileras en el anverso de las hojas, eclosionan a la semana; las larvas ápodas y blancas se esconden debajo de las vainas foliares y succionan la savia de la planta. Al desarrollarse se convierten en gusanos traslúcidos de color verde pálido y cuerpo ahusado, semejantes a babosas. Las pupas de color café rojizo, comunmente denominadas "semilla de lino" por su semejanza a éstas, son chatas, de cuerpo ovalado y puntiagudo, y tienen 3 a 5 mm de largo. Se les encuentra detrás de las vainas foliares, generalmente sobre un nudo.

Huéspedes/Distribución: La mosca de Hesse es fundamentalmente una plaga del trigo, pero puede atacar a la cebada, el centeno y otras gramíneas. Se ha registrado la existencia de esta plaga en la mayoría de las zonas de cultivo del trigo en el mundo.

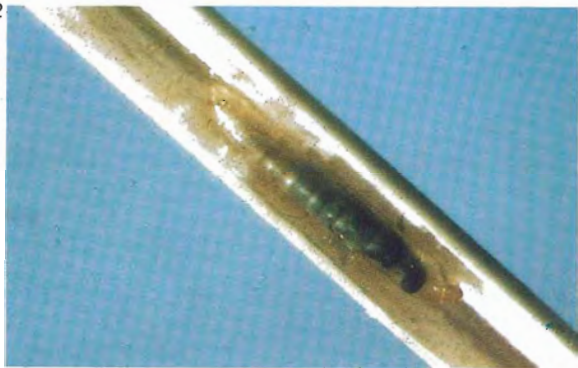
Importancia: Esta es una de las plagas de insectos más destructoras de los cereales. Se han producido infestaciones muy difundidas y, en algunos lugares (por ejemplo, el norte de África y EUA), la plaga se repite cada año.



71



72



82

Gusano del tallo del trigo

Meromyza americana

Síntomas: Cuando los macollos jóvenes son atacados en el otoño o a comienzos de la primavera, por lo general mueren; las plantas infestadas presentan la típica "espiga blanca" que producen los insectos que perforan el tallo (71). Las moscas adultas tienen unos 6 mm de largo y son de color verde pálido o amarillo con rayas negras.

Ciclo vital: Las larvas del gusano del tallo del trigo hibernan en los cereales o gramíneas (72). Las hembras ponen huevecillos blancos, uno por tallo, cerca de la vaina de la hoja bandera; las larvas perforan el tallo y consumen el interior, con lo cual provocan la muerte de la parte superior del tallo y la espiga. Normalmente se producen tres generaciones al año: una en primavera, otra en verano y la tercera a comienzos del otoño, que es la que hiberna en la forma larval.

Huéspedes/Distribución: Además del trigo, los cultivos huéspedes incluyen el centeno, la cebada y otras gramíneas. Hay otros tipos de mosca en diversas partes del mundo que atacan al trigo de manera similar y producen el mismo tipo de daño.

Importancia: En los campos infestados puede resultar dañado del 10 al 15% de las plantas. Las consecuencias pueden ser graves algunos años, pero el insecto rara vez causa daño muy difundido. Sin embargo, una infestación intensa de plantas individuales de trigo puede provocar la muerte de una parte considerable de los macollos.

Cecidómido del trigo

Cephus cinctus

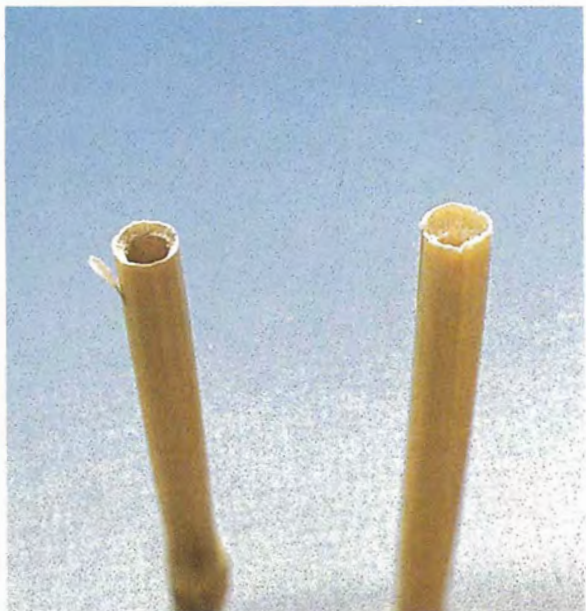
Síntomas: El daño causado por los cecidómidos incluye el amarillamiento prematuro de la espiga y el malogro del grano. Las larvas ciñen apretadamente el tallo (73) y, en una etapa posterior del desarrollo del cultivo, es frecuente el acame.

Ciclo vital: Los cecidómidos producen una generación al año. La larva hiberna en la paja (74); en la primavera se convierte en pupa. Los cecidómidos adultos son pequeñas avispas y aparecen desde fines de la primavera hasta mediados del verano. Las hembras depositan huevecillos blancos en los nudos superiores de los tallos, debajo de las espigas. Una vez producida la eclosión, las larvas ápodas y blancas perforan el tallo y hacen un túnel para alimentarse de la médula. Cuando las larvas han completado su alimentación, descienden y ciñen la base del tallo.

Huéspedes/Distribución: Casi todos los cereales cultivados y gramíneas nativas actúan como huéspedes, si bien el trigo es el preferido. Los cereales sembrados en otoño son atacados con mayor frecuencia. Las líneas de trigo que tienen tallos sólidos o parcialmente sólidos son mucho menos sensibles al ataque. El cecidómido del trigo es un problema grave en la cuenca del Mediterráneo.

Importancia: Los cecidómidos pueden causar daños considerables algunos años, pero la infestación generalmente es discontinua.

73



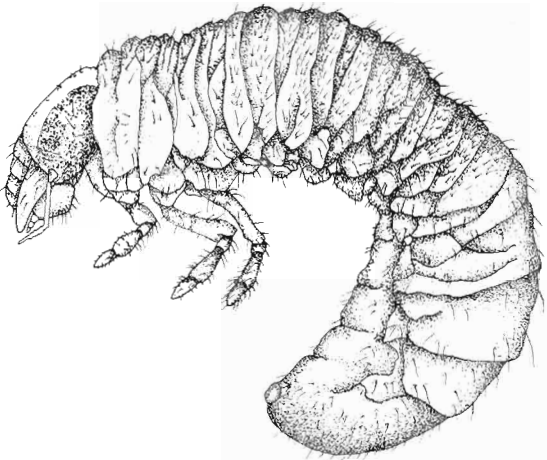
74



75



76



86

Gallinas ciegas (diversas especies)

Síntomas: Las gallinas ciegas pueden cortar parcial o totalmente las raíces de las plantas huéspedes. Esto provoca la aparición de grupos de plantas de trigo marchitas o muertas (especialmente en la etapa de desarrollo de plántulas), síntomas que podrían atribuirse a pudriciones de la raíz. No obstante, cuando se observan lotes afectados por el enanismo, es preciso examinar el suelo para detectar las larvas (75). Cuando completan su desarrollo, las larvas más grandes pueden tener varios centímetros de largo y casi un centímetro de grueso. Las larvas tienen tres pares de patas en el tórax (76).

Ciclo vital: Las gallinas ciegas son larvas de escarabajos. Los huevecillos son depositados en el suelo y, cuando eclosionan, las larvas se alimentan de raíces. La duración del estadio larval previo a la aparición de pupas varía de una especie a otra, pero las larvas de las especies más dañinas pueden vivir hasta tres años; la mayor parte de su actividad para alimentarse se cumple durante el segundo año.

Huéspedes/Distribución: Muchas de las especies de gallinas ciegas que existen en todo el mundo pueden atacar al trigo y a muchas otras especies vegetales. Los cultivos de cereales pueden sufrir daños considerables cuando se siembra en terrenos con pasto muy infectados.

Importancia: Cuando no se destruyen por completo las raíces, las plantas pueden sobrevivir pero sufren enanismo y no producen espigas. Sin embargo, el ataque comúnmente no es uniforme.

Gusanos de alambre (diversas especies)

Síntomas: El daño que causan los gusanos de alambre es muy similar al que provocan otros insectos masticadores que habitan en el suelo; la única forma segura de identificar los gusanos de alambre como agente etiológico es encontrarlos en asociación con las plántulas afectadas (77). El nombre "gusano de alambre" alude a la apariencia recia, similar a la de un alambre, que tienen las larvas. Miden 20 a 30 mm de largo y a menudo son lisas, duras y muy brillantes. Tienen tres pares de patas (78) y su color varía entre el crema intenso y tonos de café.

Las larvas de los gusanos de alambre pueden atacar al trigo tan pronto como se siembra el cultivo y comen el endospermo de los granos, dejando sólo la cáscara de la semilla. Un signo muy común del ataque por gusanos de alambre es la marchitez o muerte de una serie de plantas adyacentes, ya sea en un surco o en un lote. Los tallos de las plántulas afectadas son masticados arriba de la semilla.

(continúa)

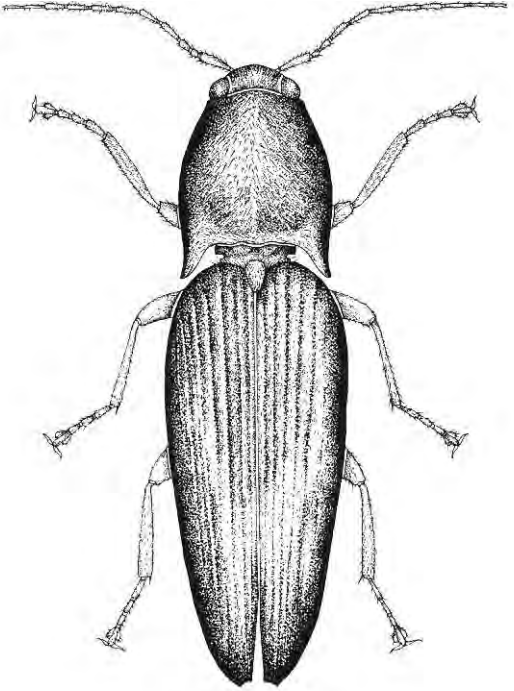
77



78



79



Ciclo vital: Los gusanos de alambre son las larvas de coleópteros elatéridos, de los cuales existen muchas especies. Los coleópteros adultos (79) depositan sus huevecillos en el suelo, por lo general en la primavera, y el desarrollo de las larvas antes de convertirse en pupas puede tomar varios años, según las especies. Las generaciones se traslapan de tal modo que en el suelo se pueden encontrar todos los estadios y tamaños de larvas en un mismo momento.

Huéspedes/Distribución: En todo el mundo se encuentran muchas especies de gusanos de alambre y todas pueden atacar al trigo. Las larvas también se alimentan de muchas otras especies vegetales.

Importancia: Los gusanos de alambre se cuentan entre los insectos más nocivos que infestan el suelo. El daño es generalmente más grave cuando se siembra el trigo después de que el campo ha estado en barbecho, o después de haberlo dedicado a la pastura durante unos años.

Babosas, caracoles, saltamontes y grillos (diversas especies)

Síntomas: Las babosas y caracoles (80) se alimentan del endospermo de las semillas en germinación, cortan las plántulas a ras del suelo y mordisquean las plantas más grandes, dejando franjas longitudinales en las hojas (81); la planta adulta entonces parece raída. Los saltamontes (82) y los grillos causan un daño similar al producido por los gusanos cortadores y soldados.

Huéspedes/Distribución: Todos estos insectos atacan a una amplia gama de especies vegetales, incluidos los cereales. Su distribución abarca todo el mundo.

Importancia: Estos insectos comúnmente se distribuyen en forma localizada, pero pueden causar mucho daño en plantíos aislados de trigo.



80

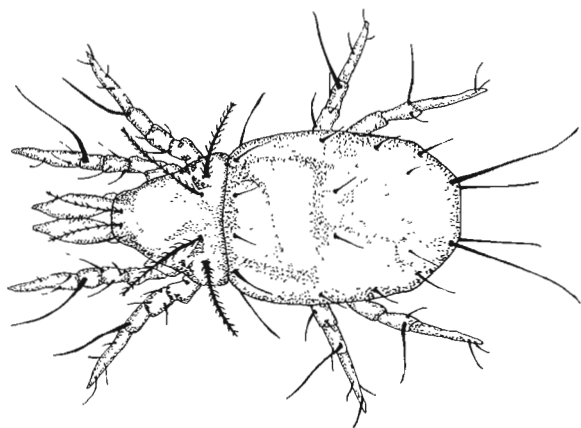


81



82

83



84



94

Acaros (diversas especies)

Síntomas: Los ácaros adultos por lo general miden menos de 1 mm de largo y la mayoría de las especies que viven en las plantas tienen aparato bucal succionador. Los ácaros no son insectos. Las formas adultas comúnmente tienen cuatro pares de patas (83), mientras que las larvas sólo poseen tres pares. El ácaro del trigo, *Eriophye tulipae* (sin. *Aceria tulipae*), sólo tiene dos pares de patas. Cuando hay un gran número de ácaros, éstos causan pequeños lunares en las hojas (84). Algunas especies tejen redes y/o producen enanismo muy marcado, reducción del número de espigas y coloración blanca en las plantas infestadas. Un solo ácaro es tan pequeño que es apenas visible a simple vista; sin embargo, si una hoja infestada de ácaros se sostiene sobre una hoja de papel blanco (doblada por la mitad a modo de recipiente) y se golpea varias veces, cientos de ácaros caerán sobre el papel, lo cual hará posible observar sus movimientos.

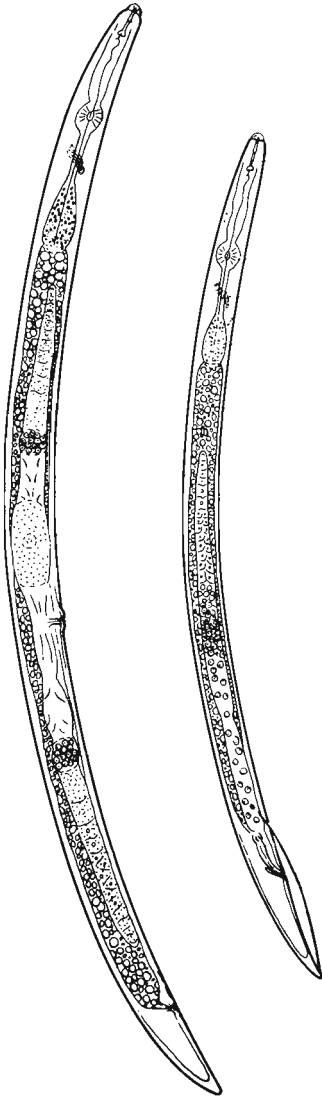
Huéspedes/Distribución: Se pueden encontrar ácaros en todos los lugares donde se cultivan cereales.

Importancia: Por lo general, los ácaros no constituyen un problema importante, excepto el ácaro del trigo, que es vector del virus del mosaico estriado.

Nematodos

Los nematodos, o larvas del suelo, son gusanos cilíndricos no segmentados que viven en grandes cantidades en el suelo y el agua. Algunas especies son parásitas de plantas. Todos los nematodos se originan en huevos y pasan por una serie de estadios larvales (por lo general cuatro) antes de llegar a la forma adulta. La reproducción puede ser sexual o mediante la partenogénesis. Los nematodos se encuentran dispersos en el suelo, en el agua que corre y en las plantas. Algunas especies tienen un estadio de letargo en el que resisten la desecación.

Al alimentarse de la planta, los nematodos disminuyen el vigor de éstas y provocan lesiones, pudrición, deformación, agallas y nódulos en las raíces. Los cultivos infestados se ven disparejos, con grupos definidos de plantas afectadas por el enanismo.



85



86



98

Nematodo de la agalla de la semilla (nematodo del trigo o cóclea de la espiga)

Anguina tritici

Síntomas: Antes de la formación de espigas se observan hojas y tallos distorsionados. A medida que las plantas enfermas se aproximan a la madurez, se forman agallas en las florecillas y reempazan a los granos (85). Las agallas tienen una forma similar al de las semillas que sustituyen y son de color café oscuro (86). Dentro de las agallas hay un gran número de larvas móviles que entran en actividad cuando se humedecen. Este nematodo puede actuar como vector de *Corynebacterium tritici*.

Desarrollo: Las agallas de las semillas son diseminadas junto con las semillas durante la siembra y la cosecha. En el suelo húmedo, las agallas liberan miles de larvas. Las lluvias favorecen el movimiento de las larvas y el proceso de infestación. El nematodo invade la corona y los tallos basales y penetra finalmente en los primordios florales. Allí madura y produce un gran número de huevos. Las agallas de las semillas se desarrollan en tejidos florales no diferenciados.

Huéspedes/Distribución: El nematodo de la agalla de la semilla es parásito del trigo, el triticale, el centeno y gramíneas afines, pero afecta fundamentalmente al trigo. Se le encuentra en el Cercano y Lejano Oriente, el subcontinente asiático, Europa Oriental y, en ocasiones, en América del Norte.

Importancia: Este nematodo muy pocas veces tiene importancia económica.

Nematodo enquistado de los cereales

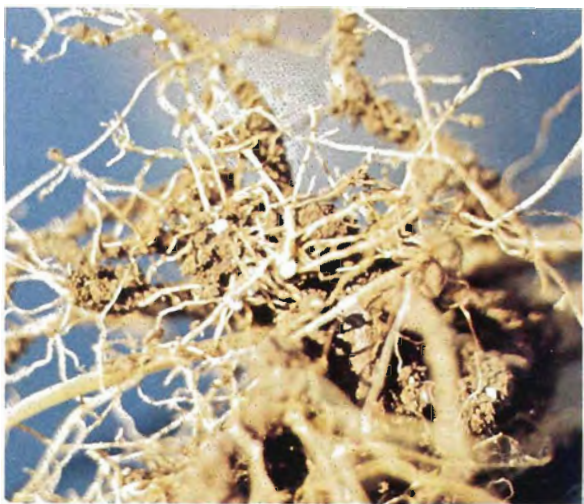
Heterodera avenae

Síntoma: Los nematodos enquistados de los cereales se detectan más pronto en las plantas jóvenes que en las adultas. A menudo ramificaciones (87) y protuberancias (quistes) se desarrollan en las raíces de las plantas infestadas. Los quistes son de color blancuzco al comienzo y se tornan de color café oscuro con el tiempo. Las plántulas debilitadas por los nematodos con frecuencia son invadidas por agentes patógenos transmitidos por el suelo, especialmente por los que causan pudriciones de la raíz y la corona.

Desarrollo: Las larvas que se encuentran en el suelo húmedo penetran en las raíces cerca del meristemo de crecimiento y se desarrollan hasta convertirse en nematodos adultos. A medida que los nematodos maduran se producen el agrandamiento de las células y la formación de protuberancias y ramificaciones en las raíces. Los quistes se forman a medida que los nematodos se desarrollan hasta ser adultos que producen huevos.

Huéspedes/Distribución: La mayoría de los cereales y especies afines son afectados por los nematodos enquistados. Se les encuentra en la mayor parte de las regiones del mundo donde se cultivan cereales, especialmente en zonas de cultivo reciente que antes se destinaban al pasto.

Importancia: Cuando alcanzan cifras elevadas, las poblaciones de nematodos pueden producir pérdidas considerables del rendimiento. Todas las variedades de trigo son susceptibles, pero algunas no resisten la formación de quistes.



87



Nematodo nodulador de raíces

Meloidogyne spp.

Síntomas: Las infestaciones con nematodos noduladores de raíces se caracterizan por la formación de pequeños nudos o agallas cerca de los ápices de las raíces. Las partes aéreas de las plantas infestadas están cloróticas y afectadas de enanismo. A veces se observa una ramificación excesiva de las raíces enfermas (88).

Desarrollo: Los nematodos noduladores de raíces comúnmente invaden las plantas en la primavera o a comienzos del verano. Cada nudo de la raíz contiene uno o más nematodos hembras, que producen grandes masas de huevos dentro de sus cuerpos en forma de saco. A mediados del verano, los huevos son expulsados y los nematodos hibernan en ese estadio. Por lo general se produce una generación al año.

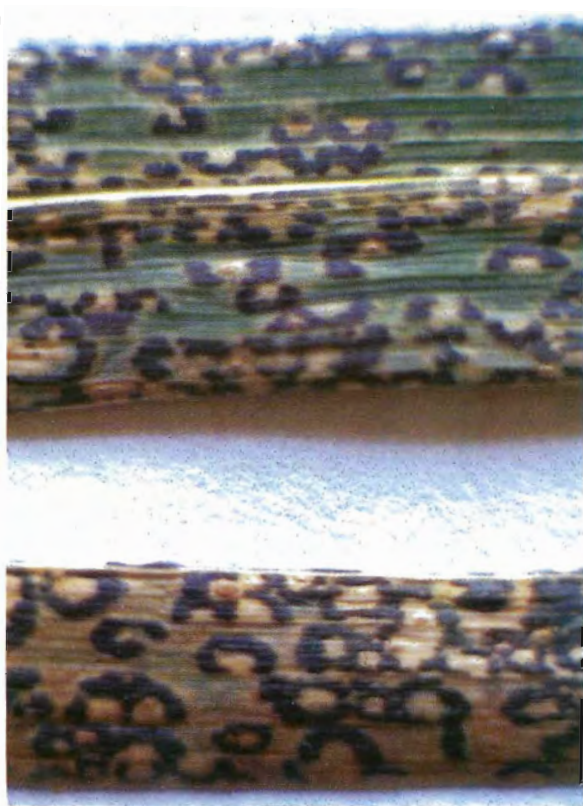
Huéspedes/Distribución: Los nematodos noduladores de raíces tienen una gran variedad de huéspedes, incluidos todos los cereales de grano pequeño. *Meloidogyne naasi* parece tener cierta especificidad con respecto a los cereales y gramíneas y se le encuentra dondequiera que se cultiven cereales.

Importancia: El daño que causan los nematodos noduladores de raíces depende del número de masas de huevos que haya en el suelo. Todas las variedades de invierno y el trigo de primavera parecen ser huéspedes adecuados del nematodo. Cuando la infestación es intensa pueden morir las plántulas. La presencia de los nematodos puede ser disimulada por factores tales como carencias nutricionales, avenamiento deficiente y enfermedades transmitidas por el suelo.

Anomalías fisiológicas y genéticas

El desarrollo anormal de las plantas puede obedecer a trastornos genéticos o fisiológicos, carencia de nutrientes y condiciones desfavorables y nocivas del medio. Las manchas foliares fisiológicas y la clorosis de las hojas pueden tener varias causas. Algunas formas de estrías cloróticas, manchas y necrosis son de origen genético (como el moteado foliar y la necrosis café), consecuencia de la inestabilidad cromosómica de ciertas combinaciones genéticas no viables (necrosis por hibridación). La predisposición de los genotipos a originar manchas varía mucho y la apariencia física de las manchas es también muy diferente.





Manchas foliares fisiológicas

Síntomas: Cuando no se identifica a un agente patógeno como causa de las manchas foliares (89), tal vez el síntoma sea provocado por una anomalía fisiológica o la carencia de un mineral (por ejemplo, carencia de manganeso).

Desarrollo: El "moteado" de los trigos harineros de invierno y de los trigos cristalinos se considera un tipo de mancha foliar fisiológica; las manchas comienzan a aparecer durante la formación de espigas y su tamaño y número aumentan hacia la punta de la planta. Las plantas manchadas no presentan otras anomalías. También pueden aparecer manchas foliares cuando el tiempo fresco, nublado y húmedo es seguido por un período de sol y calor, o cuando hay grandes fluctuaciones de temperatura.

Huéspedes/Distribución: La presencia de manchas foliares fisiológicas se relaciona con la variedad y la interacción de ésta con el medio.

Importancia: Por lo general no es un problema grave; mediante esfuerzos continuos para lograr el mejoramiento genético se eliminan genotipos propensos a ser afectados por las manchas.

Melanismo y necrosis café (falsa pajilla negra)

Síntomas: El melanismo se presenta como manchas, estrías o borrones de color café negruzco o púrpura oscuro, que aparecen sobre las vainas de las hojas, tallos (90) y/o glumas como consecuencia de una gran producción de melanina en algunos genotipos. Por lo general, la pigmentación de color café oscuro se produce en las glumas (91) y pedúnculos. El melanismo y la necrosis café pueden ser confundidos con la pajilla negra bacteriana o el tizón de la gluma causado por *Septoria*.

Desarrollo: Los síntomas se desarrollan en ciertas condiciones ambientales, en particular cuando el tiempo es nublado y húmedo y la luz ultravioleta alcanza una gran intensidad (elevaciones muy marcadas). El melanismo parece relacionarse con los genes de la resistencia a la roya del tallo provenientes de "Hope" y H44.

Huéspedes/Distribución: Existe melanismo dondequiera que se cultive trigo, pero su incidencia es mayor en medios con radiación elevada y mucha humedad.

Importancia: Comúnmente no es un problema serio; en algunos cruzamientos se observa una necrosis grave y resulta afectado el rendimiento.



90



91



Moteado foliar

Síntomas: Numerosas enfermedades causan moteado clorótico, pero el moteado "autoinducido" o de origen genético es un trastorno frecuente en los cereales de grano pequeño. El moteado fluctúa entre pequeños puntitos y manchas grandes (92). En algunos casos, las hojas suelen tener un color verde pálido, que puede ser un carácter genético para el contenido escaso de clorofila.

Desarrollo: El moteado foliar de origen genético puede presentarse en cualquier momento del ciclo de desarrollo del cultivo, pero es más visible en las últimas etapas de desarrollo de la planta (especialmente en los trigos de primavera).

Huéspedes/Distribución: El moteado foliar se encuentra en muchos genotipos de trigo.

Importancia: El moteado foliar no hace necesariamente que un genotipo de trigo sea inadecuado para el cultivo. Varias variedades comerciales de trigo con un gran potencial de rendimiento han sido liberadas a pesar del moteado foliar.

Necrosis por hibridación

Algunas formas de manchas y necrosis son el resultado de inestabilidad cromosómica o combinaciones genéticas; estos trastornos se conocen como necrosis por hibridación. Las plantas afectadas por esta condición muestran diferentes grados de necrosis (93), que a menudo se asocian con achaparramiento o enanismo. La necrosis por hibridación suele observarse en materiales de generación temprana (94); las progenies afectadas se eliminan.



93



94



Carencias nutricionales y condiciones ambientales desfavorables

El desarrollo deficiente de las plantas a menudo puede atribuirse a que las cantidades de nutrientes esenciales que reciben son inadecuadas. La planta utiliza cantidades relativamente grandes de nitrógeno, fósforo y potasio y, por consiguiente, la carencia de estos nutrientes es la más frecuente. No obstante, también pueden presentarse carencias de micronutrientes. Muchos minerales que se encuentran en el suelo, incluidos los esenciales para la planta, pueden resultar tóxicos si la cantidad disponible en el suelo es demasiado elevada. La acumulación de sales en el suelo, la falta de agua, las temperaturas extremas y el uso incorrecto de insecticidas también pueden afectar el desarrollo y rendimiento de un cultivo.

Carencia de nitrógeno, fósforo y potasio

El trigo que carece de nitrógeno tiene un color verde pálido (95); las hojas inferiores se vuelven amarillentas por lo general desde el ápice hasta la vaina y, cuando la carencia persiste, sufren necrosis. La carencia del nitrógeno es la más frecuente y difundida entre los cereales de grano pequeño.

Cuando la carencia de fósforo es moderada, comúnmente provoca enanismo en las plantas, que tienen menos retoños (96). Si la carencia es grave, a menudo se observan hojas pálidas o de color amarillo rojizo, proceso que se inicia en las hojas inferiores y avanza desde el ápice hacia adentro. El tejido afectado toma un color café y finalmente muere. Las partes verdes de las hojas suelen tornarse azuladas y la base de los tallos se vuelve púrpura. Otro síntoma frecuente es el desarrollo de espigas pequeñas.

La carencia de potasio puede ser difícil de detectar, pues se producen pérdidas del rendimiento mucho antes de que aparezcan síntomas visibles. La carencia grave provoca el acortamiento de los entrenudos, y los ápices y bordes de las hojas inferiores se ven secos y chamuscados.

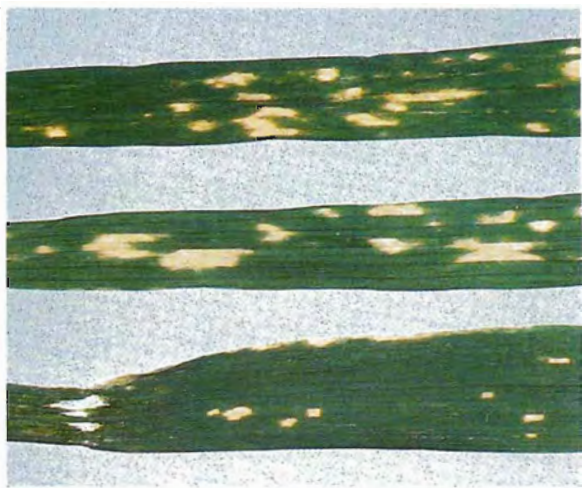


95



96

97



98



118

Carencia de elementos secundarios

La carencia de manganeso causa la aparición de manchas o estrías grisáceas y necróticas en la porción basal de las hojas más nuevas. Las manchas necróticas pueden extenderse por la hoja y la porción superior de la hoja se tuerce o ensortija (97). La carencia de manganeso se produce con mayor frecuencia en suelos calcáreos, en extremo arenosos o con un contenido elevado de materia orgánica. La avena es más susceptible que otras especies de grano pequeño. La aplicación de sulfato de manganeso en las hojas puede mitigar esta carencia.

Los síntomas de la carencia de cobre incluyen la decoloración de los ápices de las hojas jóvenes, seguida de la rotura y enroscamiento de las hojas (98). La planta también suele producir espigas descoloridas y estériles. A menudo la espiga no emerge apropiadamente del tallo.

Toxicidad del aluminio

Síntomas: Las concentraciones elevadas de aluminio en primer término reducen el desarrollo de las raíces que se vuelven regordetas y a menudo de color café. Los síntomas típicos en las partes aéreas de la planta son las hojas pequeñas y los entrenudos más cortos y gruesos (99). También es frecuente que mueran los ápices de las hojas y que las hojas viejas se vuelvan amarillas y quebradizas.

Desarrollo: Este tipo de toxicidad se relaciona con el escaso pH del suelo y se puede combatir mediante aplicaciones de cal.

Huéspedes/Distribución: Aun cuando muchos minerales pueden ser tóxicos para las plantas, la toxicidad más frecuente que afecta al trigo es la causada por un exceso de aluminio disponible. Existe variabilidad genética en cuanto a la tolerancia al aluminio en los trigos harineros y triticales (100).

Importancia: Grandes extensiones de tierra potencialmente productiva con suelo ácido (pH bajo) tienen concentraciones tóxicas de aluminio.



99



100



Exceso de sal

Síntomas: Las concentraciones de sal en un campo muy pocas veces son uniformes; en consecuencia, uno de los primeros síntomas que indica que existe un problema relacionado con la sal es la variabilidad del desarrollo del cultivo dentro del campo (no es raro observar zonas improductivas) (101). Las plantas afectadas por el exceso de sal sufren enanismo, presentan un color verde azulado, los ápices de las hojas aparecen quemados y los bordes secos. Un examen del suelo permite confirmar con rapidez si las concentraciones de sal son excesivas.

Huéspedes/Distribución: Todos los granos pequeños resultan afectados, pero la cebada tolera las concentraciones elevadas de sal mejor que otras especies de grano pequeño.

Importancia: En algunas zonas, las concentraciones de sal en el suelo han limitado el rendimiento durante mucho tiempo; en otras zonas de cultivo de trigo irrigadas y mal avenadas, se está produciendo una acumulación de sal que, con el tiempo, restringirá el rendimiento.

Escasez de agua

Síntomas: La escasez de agua a comienzos del ciclo de desarrollo del cultivo produce enanismo y reduce el macollamiento y el desarrollo de las raíces. El enroscamiento de las hojas a mediodía también es un síntoma de la falta de agua (102). La humedad escasa durante el desarrollo de la espiga puede disminuir el número de espiguillas y florecillas y, cuando la falta de agua es grande, los granos se arrugan. Otros períodos críticos son el embuchamiento tardío y la formación de semillas. Una carencia grave de agua durante estos períodos puede provocar esterilidad parcial o total.

Distribución: La escasez de agua se produce en cierta medida cada año en la mayoría de las zonas de secano.

Importancia: A menudo disminuye el rendimiento sin que se hayan presentado síntomas ostensibles.





Calor excesivo

Síntomas: Los efectos de las temperaturas elevadas a menudo se asocian con los efectos de la escasez de agua y es difícil distinguir los síntomas de ambos (103). Las temperaturas moderadamente elevadas aumentan el índice de desarrollo de la planta y reducen su ritmo de crecimiento. Disminuye el número y la formación de espiguillas y florecillas y el llenado de los granos y, por consiguiente, el rendimiento es menor. Las plantas son especialmente vulnerables durante las etapas de embuchamiento tardío y formación de semillas y, en muchas zonas, es más probable que se produzcan temperaturas altas durante esas últimas etapas de desarrollo. Las temperaturas excesivamente elevadas matan a las plantas al desnaturalizarse las proteínas.

Importancia: En muchas zonas, el período que abarca desde la floración hasta la madurez del trigo coincide con el comienzo del tiempo seco y caluroso. Cuando se producen vientos secos junto con las temperaturas elevadas, pueden presentarse disminuciones importantes del rendimiento.

Daño causado por herbicidas

Síntomas: La aplicación incorrecta de la mayoría de los insecticidas puede provocar fitotoxicidad. La aplicación de herbicidas hormonales tales como el 2,4-D demasiado temprano en el ciclo del cultivo puede causar enróscamiento de las hojas y deformación de las espigas (104); la aplicación cerca de la antesis provoca esterilidad. Los residuos provenientes de la aplicación de triazinas (como la atrazina) al cultivo anterior al trigo tienen un efecto nocivo para el crecimiento de éste (105); los síntomas son la decoloración de las hojas seguida de necrosis (106).

Desarrollo: Se producen daños cuando se aplican sustancias químicas en cantidades excesivas, en etapas inadecuadas del desarrollo o a especies no apropiadas.

Importancia: En los cereales de grano pequeño el daño es por lo general escaso; las deformaciones rara vez producen pérdidas significativas.



104



105



106

107



108



Daño causado por las heladas

Síntomas: El síntoma más frecuente es la clorosis de los tejidos afectados. Una helada leve tal vez sólo afecte al tejido nuevo, causando la aparición de bandas o franjas en las hojas o espigas. Una helada intensa mata al tejido afectado, que adquiere una apariencia descolorida y blancuzca (107). Cuando las heladas se producen durante la floración pueden provocar esterilidad (108). La epidermis del pedúnculo a menudo se separa del tejido subyacente.

Desarrollo: La congelación del tejido vegetal se puede producir en cualquier etapa del ciclo del cultivo. El tejido joven o recién formado es el más sensible al daño y las partes florales son particularmente susceptibles.

Huéspedes/Distribución: Todas las plantas pueden sufrir daños causados por las heladas y éstas pueden presentarse en la mayoría de las zonas templadas de cultivo de cereales.

Importancia: Las heladas pueden constituir un problema grave cuando se presentan en una etapa avanzada del ciclo del cultivo.

Glosario

Agalla	Crecimiento anormal o protuberancias de tejido vegetal o parasítico, generalmente causado por organismos patógenos, nematodos o insectos.
Clorosis	Color amarillo o blancuzco de tejido vegetal normalmente verde.
Aglutinarse	Fundirse, fusionarse, juntarse.
Conidio	Cualquier espora asexual formada en un conidióforo.
Conidióforo	Filamentos o hilos en el tallo sobre los que se producen los conidios (esporas).
Diapausa	Período de reposo.
Esclerocio	Masa densa de micelios, capaz de permanecer latente durante períodos prolongados.
Espora	Minúscula unidad reproductiva de hongos y formas de plantas inferiores.
Esporulación	Producción de esporas.
Estrías	Bandas o rayas angostas y paralelas.
Exudado	Acumulación gelatinosa de esporas o escurrimiento bacterial.

Hifa	Filamento tubular, semejante al hilo, de micelio fungoso.
Huésped alterno	Segunda especie huésped que algunas royas y otros organismo necesitan para completar su ciclo de vida.
Inmune	No afectado por patógenos.
Inóculo	Esporas u otro material morboso que puede causar infección.
Inóculo primario	Esporas o fragmentos de micelio capaces de provocar una enfermedad.
Lesión	Area visible de tejido morboso en una planta infectada.
Mal del pie	Síntomas tales como decoloración, necrosis y deterioro que se presentan en las raíces y porciones basales de la planta.
Manchas mojadas	Areas de apariencia mojada y oscura con transparencia parcial.
Micelio	Masa de hifas que forman el cuerpo de un hongo.
Micoplasma	Organismos unicelulares más pequeños que las bacterias, de tamaño variable, cuyas células no tienen membrana rígida.

Mosaico	Un patrón de síntomas que consiste en manchones color verde y blanco.
Necrosis	Muerte del tejido vegetal, generalmente acompañado de decoloración.
Patógeno	Microorganismo que causa enfermedad.
Pústula	Masa de esporas que se desarrolla debajo de la epidermis y que generalmente se rompe en la madurez.
Resistencia	Capacidad inherente de una planta huésped para evitar o retardar el desarrollo de una enfermedad.
Rocío de miel	Exudado pegajoso que contiene conidios y que se produce durante una etapa del ciclo de vida de <i>Claviceps purpurea</i> .
Senectud	Fase del crecimiento de la planta que abarca desde la madurez completa hasta la muerte.
Síntoma	Respuesta visible de una planta huésped a un organismo patógeno.

Susceptible	Sujeto a infección o daño por patógenos; que no es inmune.
Telia	Pústula que contiene teliosporas.
Teliospora	Espora con membrana gruesa producida por hongos de royas y carbones.
Tolerante	Capacidad de una planta huésped para desarrollarse y reproducirse de forma eficiente a pesar de estar afectada por una enfermedad.
Transmisión	Diseminación de un agente patógeno entre huéspedes individuales.
Urediospora	Espora asexual de los hongos de las royas.
Vector	Organismo capaz de transmitir un inóculo.
Virulencia	Capacidad relativa de un microorganismo para vencer las defensas de un huésped.

Notas

El CIMMYT es una organización internacional sin fines de lucro que está dedicada a la investigación científica y al adiestramiento. El CIMMYT, con sede central en México, está comprometido en un programa de investigación a nivel mundial para maíz, trigo y triticale con énfasis en producción alimentaria en países en desarrollo. Este es uno de los 13 centros internacionales sin propósitos de lucro que están involucrados en la investigación agrícola y adiestramiento, patrocinada por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCAI). El GCAI está apoyado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), el Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo (Banco Mundial), y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El CGIAI cuenta con 45 países donadores, organizaciones internacionales y regionales y fundaciones privadas.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) recibe apoyo de varias fuentes incluyendo las instituciones de ayuda internacional de Australia, Austria, Brasil, Canadá, China, la Comisión Económica Europea, Dinamarca, España, EUA, Filipinas, Francia, India, Irlanda, Italia, Japón, México, Noruega, los Países Bajos, Reino Unido, República Federal de Alemania, Suiza y el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Internacional para la Reconstrucción y Desarrollo, el Centro Internacional para el Desarrollo de la Investigación, la Fundación Ford, la Fundación OPEP para el Desarrollo de la Investigación, la Fundación Rockefeller y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. La responsabilidad de esta publicación es solamente de CIMMYT.

Cita Correcta: Prescott, J.M., P.A. Burnett, E.E. Saari *et al.* 1986. *Enfermedades y plagas del trigo: una guía para su identificación en el campo.* CIMMYT. México, D.F., México.

INTERNATIONAL MAIZE AND WHEAT IMPROVEMENT CENTER
CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO
Lisboa 27, Apdo. Postal 6-641, 06600 Mexico, D.F., Mexico