

# Daños y métodos de control de enfermedades en cereales

Es necesario un control integrado de las enfermedades que abarque el mayor número de factores implicados

En este artículo se hace una revisión de las principales enfermedades y fisiopatías que afectan al cultivo de los cereales y se dan las pautas a seguir para combatirlas con la aplicación de fungicidas para enfermedades foliares y de la espiga como para erradicar las enfermedades mediante tratamientos de la semilla antes de sembrar.

**F. M. Alves Santos.**  
Dr. Ciencias Biológicas.

**M. A. García Zumel.**  
Ingeniero Agrónomo.  
ETSIIAA de Palencia.  
Universidad de Valladolid.

Los cereales son una parte fundamental de la alimentación de la humanidad prácticamente desde los orígenes de la misma. En el proceso histórico del hombre, los cereales pasaron de ser especies silvestres a especies domesticadas; éstas a su vez se convirtieron en monocultivos y con el tiempo y una constante selección artificial, que se ve acelerada en nuestros días con los avances de la biología molecular, en variedades de alta productividad. En este largo proceso los cereales han dejado de ser especies silvestres con sus propias características competitivas para ser especies

adaptadas a una mayor producción. Del mismo modo, los patógenos que afectaban a los cereales han evolucionado a sus nuevos hospedadores, y su presencia se ha visto favorecida por una mucho mayor de su fuente de alimento.

La selección artificial, como decíamos, se ha orientado a una mayor producción y, en mucha menor medida, a la resistencia del cultivo a sus patógenos. Esto nos ha llevado a suplir las carencias defensivas del cultivo mediante métodos químicos para el control de los patógenos. En esta carrera evolutiva los patógenos han dejado de enfrentarse al ce-

real para enfrentarse a los obstáculos que son puestos por el hombre. Los patógenos son más numerosos que los cultivos y su capacidad de evolucionar es mucho mayor, siendo especialmente notorio en el caso de los virus (sírvanos de ejemplo cercano el virus de la gripe, que es diferente cada año).

Teniendo en cuenta estas capacidades propias de los patógenos, hemos de considerar que un método único de control no es eficiente, por un lado porque no abarca la amplitud suficiente para todos los patógenos, y por otro, porque éstos con el tiempo pueden superar las barreras que

## CUADRO I.

### FUNGICIDAS PARA ENFERMEDADES FOLIARES Y DE LA ESPIGA EN TRIGO

| Dosis de producto formulado (g ó ml/ha)   | Prt  | St      | tr       | Fg      |
|---|------|---------|----------|---------|
| <b>PRINCIPIO ACTIVO</b>                   |      |         |          |         |
| Azoxistrobina 25% (1)                     | 500  | 500     | 500      | -       |
| Benomil 50%                               | -    | -       | -        | 800     |
| Epoxiconazole 12.5%+ Carbendazim 12.5%    | 750  | 750     | 750/1000 | 1000    |
| Epoxiconazole 12.5%+ Kresoxim-metil 12.5% | 750  | 750     | 750/1000 | -       |
| Flutriafol 12.5%                          | 1000 | -       | -        | 1000    |
| Metconazole                               | 900  | 900     | 900      | 900     |
| Metil-tiofanato 50%                       | -    | -       | -        | 1000    |
| Propiconazole 25%                         | 500  | 500     | 500      | -       |
| Propiconazole 25%+ Difenconazole 25%      | 250  | 250     | 250      | -       |
| Propiconazol + Difeno. + Carbendazim 50%  | -    | -       | -        | 250+500 |
| Tebuconazole 25%                          | 500  | 500/750 | 750      | 750     |
| Tebuconazole 22.5% + Triadimenol 7.5%     | 600  | 700     | 700      | 800     |
| Triadimenol 25%                           | 500  | 500     | -        | -       |

#### Referencias:

Prt = Puccinia recondita tritici (roya de la hoja); St = Septoria tritici (septoriosis de la hoja) Dtr = Drechslera tritici-repentis (mancha amarilla); Fg = Fusarium graminearum (fusariosis de la espiga).

(1) En infecciones tempranas hasta hoja bandera desplegada, se puede utilizar la mitad de la dosis de Amistar (250 cc/ha) y el resto en floración.

La nómina de productos formulados y principios activos que se indican no invalida el empleo de otros con recomendación específica disponibles en el mercado.

pongamos, sean productos químicos o resistencias genéticas.

La premisa básica conducente a una buena sanidad es lograr la rápida implantación del cultivo con semilla sana o adecuadamente tratada, de buen vigor y poder germinativo, con adecuada densidad de plantas y con un buen estado nutricional de las mismas, producto de una adecuada fertilización. Bajo estas condiciones, el cultivo tendrá mayores posibilidades de tolerar o compensar los efectos negativos de las enfermedades.

Las enfermedades de mayor incidencia en cada área tienen características biológicas y epidemiológicas particulares, razón por la cual se necesita integrar diferentes técnicas para lograr la disminución del desarrollo epidémico de las mismas a un nivel que minimice el riesgo de daño económico. Este manejo integrado de enfermedades se fundamenta en tres aspectos que deben analizarse en conjunto para alcanzar el máximo beneficio en la protección del cultivo frente a cada una de ellas. Estos aspectos son la resistencia genética, el manejo cultural del cultivo y el control químico.

Dada la diferente efectividad de las técnicas para el manejo integrado de las enfermedades en consideración, deberá evaluarse la situación y las expectativas de rendimiento para cada lote antes de tomar decisiones al respecto. En este sentido, los conceptos siguientes constituyen una base para el análisis.

### Técnicas para el manejo de las enfermedades

**Resistencia genética.** En el caso de roya de la hoja es el método más eficiente de control, pero, lamentablemente, no presenta una gran estabilidad en el tiempo. Contribuye a los frecuentes quiebros de la resistencia la difusión en un área determinada de una misma variedad, razón por la cual se refuerza la recomendación de diversificar la siembra con variedades de diferente base ge-

**CUADRO II.**

**FUNGICIDAS PARA EL TRATAMIENTO DE LA SEMILLA DE TRIGO**

| PRINCIPIO ACTIVO           | FC (1) | Tox (2) | Acc (3) | Dos (4) | Ut | T  | Fg |
|----------------------------|--------|---------|---------|---------|----|----|----|
| Carboxin 37.5%+tiram 37.5% | WP     | III     | S y C   | 200     | +  | +  | +  |
| Difenoconazole 3%          | FS     | III     | S       | 300     | +  | +  | Nd |
| Diniconazole 1.5%          | WP     | IV      | S       | 150     | +  | +  | .  |
| Diniconazole 2%+tiram 27%  | SC     | III     | S y C   | 150     | +  | +  | +  |
| Flutriafol 5%              | SC     | IV      | S       | 75      | +  | +  | +  |
| Guazatine 40 %             | SL     | II      | C       | 200     | -  | +  | +  |
| Iprodione 50% **           | WP     | IV      | C       | 100     | -  | Nd | Nd |
| Miclobutanil 4.75%         | DP     | III     | S       | 150     | +  | +  | +  |
| Tebuconazole 2%            | WS     | IV      | S       | 125     | +  | +  | +  |
| Tiram                      | -      | II      | C       | 80-100  |    |    |    |
| g.i.a.                     | -      | +       | +       |         |    |    |    |
| Triadimenol1.5%            | DS     | IV      | S       | 150     | +  | +  | -  |
| Triticonazole 2.5%         | DS     | IV      | S       | 100     | +  | +  | +  |

(1) Formulado comercial: DP= polvo seco; DS= polvo; FS= suspensión; SC= suspensión concentrada; SL= concentrado soluble; WP= polvo mojable; WS= polvo dispersable.

(2) Categoría de toxicidad: II= moderadamente tóxico; III= ligeramente tóxico; IV= probablemente sin riesgo tóxico.

(3) Modo de acción: S= sistémico; C= contacto.

(4) Dosis de producto comercial en g ó ml por 100 kg de semilla.

\* Patógenos que controlan: Ut= *Ustilago tritici*; T= *Tilletia* spp.; Fg= *Fusarium graminearum*. + buen control; - no controla; Nd sin información.

\*\* Fungicida registrado para control de *Drechslera tritici-repentis*.

g.i.a.: gramos de ingrediente activo.

La nómina de productos formulados y principios activos que se indican no invalida el empleo de otros con recomendación específica disponibles en el mercado.

**Precauciones:** El producto tiene las semillas de color rosado intenso, que permite verificar el correcto tratamiento. No guardar semillas desinfectadas de un año a otro. Evitar desinfectar semillas que contengan exceso de humedad. Evitar el uso del producto cuando no se pueda asegurar una profundidad normal de siembra (3 a 5 cm), ante eventualidades de temperaturas extremas de suelo así como exceso de agua o sequía. No destinar a consumo humano ni animal semilla que ha sido desinfectada.

nética y ciclo vegetativo.

La resistencia genética disponible actualmente para enfermedades producidas por patógenos necrotróficos (son las que completan su ciclo biológico en el rastrojo), como las manchas foliares y la fusariosis de la espiga, es de tipo parcial y sólo se cuenta con una moderada susceptibilidad, que se manifiesta como un aceptable comportamiento a las mismas en desarrollos epidémicos de bajos a moderados.

#### Manejo cultural del cultivo.

Reviste especial importancia en el manejo de enfermedades del tipo de las últimas nombradas, donde la moderada resistencia genética debe complementarse con un adecuado manejo del cultivo. Especialmente para las manchas foliares, la estrategia de manejo reside en evitar el contacto del patógeno con la variedad sensible al mismo. De ahí la importancia de las rotaciones en siembra directa, donde el rastrojo de

trigo aún sin mineralizar constituye una fuente de inóculo importante para la infección primaria de estos patógenos.

De la misma manera, el rastrojo de maíz como cultivo antecesor del trigo puede incrementar la posibilidad de infecciones severas de fusariosis de la espiga, en situaciones de ambiente favorables a la misma. Debe tenerse en cuenta que una buena rotación también incluye el control de malezas susceptibles que funcionan como puente entre un ciclo de cultivo y el siguiente. Además, el efecto positivo de esta técnica puede perderse cuando el patógeno se transmite por semilla, como es el caso de mancha amarilla. Por lo tanto, es importante utilizar una semilla sana o tratada adecuadamente con fungicidas curasemillas en lotes que participen de una buena rotación o cuando el cultivo de trigo se introduce en una nueva área.

También deben respetarse en lo posible las fechas de siembra,

debido a que en las fechas adelantadas con respecto a la óptima la severidad de las enfermedades foliares tiende a aumentar.

**Control químico.** Cuando se presentan condiciones ambientales muy favorables al desarrollo epidémico de manchas foliares o fusariosis de la espiga, así como la pérdida de resistencia a royas en cultivares previamente con buen comportamiento, los aspectos considerados anteriormente pueden resultar insuficientes y se debe recurrir a la protección química para garantizar un nivel de rendimiento y calidad acorde con la inversión realizada en el cultivo. Existen situaciones especiales, como la que puede presentarse en un sistema de alta productividad cuando se privilegia el uso de un cultivar susceptible por su rendimiento, o cuando por razones de rentabilidad no se practica la rotación recomendada. En estos casos, se debe incluir en el costo de producción al menos



una aplicación de fungicida.

### Aplicación de fungicidas

La aplicación de productos químicos para el control de enfermedades de cereal está, en muchos casos, determinada por la valoración económica de su aplicación. Los productos antivíricos para patógenos vegetales apenas se han estudiado y la aplicación de bactericidas o antibióticos resulta prohibitiva en el cereal. Estas enfermedades víricas y bacterianas son, en general, mucho menos frecuentes y dañinas que las producidas por hongos, siendo también más fáciles de controlar con buenas prácticas culturales.

La máxima efectividad de los tratamientos químicos se obtiene cuando éstos se realizan en el momento oportuno. Para la determinación de este momento, la evaluación de las enfermedades foliares se debe realizar semanalmente desde el estado de inicios de encañado, realizando un recorrido en diagonal en todo el lote y tomando muestras de tallos principales en un número proporcional a la superficie en cuestión, pero no inferior a treinta. En cada hoja totalmente desplegada (con la lígula visible), y descartando las senescentes, se evalúa la severidad de la enfermedad. La severidad es la proporción de área foliar afectada por: manchas típicas de mancha amarilla o áreas necróticas con puntuaciones negras subepidérmicas (picnidios) en el caso de septoriosis o bien cubiertas por pústulas si la enfer-



medad fuera roya de la hoja. La severidad en el momento de la evaluación será la sumatoria de la severidad de todas las hojas enfermas dividido el número total de hojas evaluadas (sanas más enfermas). Un valor promedio de 5% indica el momento oportuno para la aplicación (en condiciones ambientales especiales o para determinadas enfermedades el valor es diferente). En el caso de la fusariosis de la espiga, a partir de la espigazón, se deberán observar las condiciones climáticas que podrían conducir a la infección (fundamentalmente persistencia de humedad relativa media superior a 80%). La infección se produce principalmente a través de las anteras desde inicios de floración hasta las primeras etapas de formación del grano. Si el ambiente fuera favorable a la infección, el mejor posicionamiento para el tratamiento químico es plena antesis, donde se protegerá la mayor parte de las anteras, recordando que la aplicación debe efectuarse antes de la aparición de los síntomas.

En el **cuadro I** se presentan los fungicidas sugeridos para el control de enfermedades foliares y fusariosis de la espiga, y en el **cuadro II** los productos curasemillas para enfermedades transmitidas por semilla. En este último cuadro se incluyen los fungicidas para control de carbonos como la caries o carbón hediondo (*Tilletia* spp.) y carbón volador (*Ustilago tritici*).

Se recomienda en todos los casos consultar la legislación de los distintos fitosanitarios en la página web del Ministerio de Agricultura ([www.mapya.es](http://www.mapya.es)).

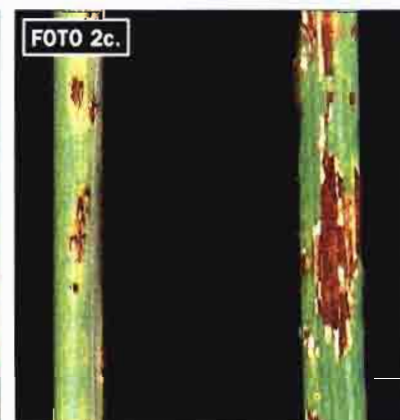
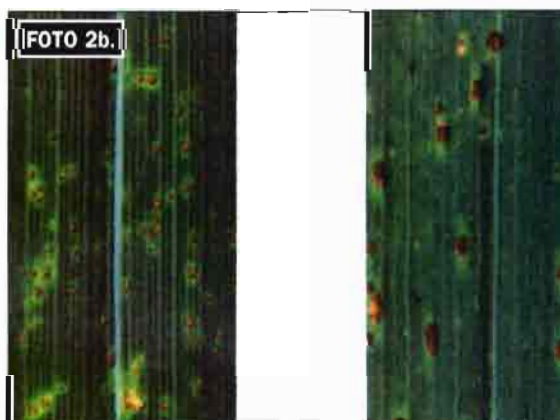
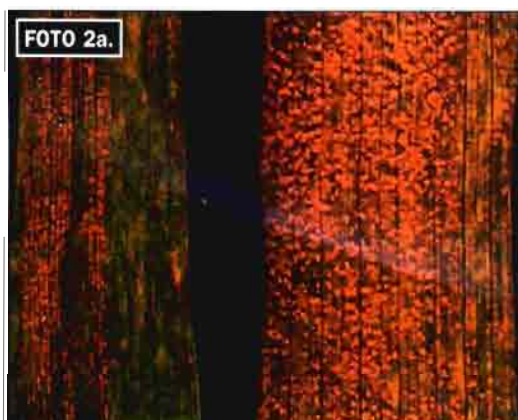
A continuación enumeraremos algunas de las enfermedades más importantes, bien por su frecuencia, bien por su virulencia. Por estas mismas razones nos centraremos en las enfermedades producidas por hongos.

### Tizón, Caries, Carbón Hediondo. *Tilletia Foetida* y *Tilletia Caries*

La enfermedad producida por las especies de *Tilletia* se caracteriza porque la planta suele te-

ner un desarrollo menor y las espigas enfermas aparecen rectas. En el espigado es cuando mejor se observa la enfermedad. Los granos contienen una masa de polvo negra de olor desagradable a pescado (de ahí el epíteto de caries o fétida). Dentro de la misma espiga puede ocurrir que no todos los granos estén atacados. El hongo se conserva adherido a las semillas, aunque también puede encontrarse en el suelo, procedente de la cosecha anterior. Al sembrar, y si las condiciones son favorables, se produce la infección en la plántula, que se va trasladando a medida que las plantas crecen. Cuando llega el espigado, el hongo inicia un período de gran actividad y aparecen los granos parcialmente destruidos y su interior lleno de esporas. Estos granos, al romperse, pueden contaminar a otros granos sanos, aunque la mayor contaminación se produce al cosechar, ya que un grano de aspecto normal puede contener hasta 5.000 esporas y una sola espiga con caries puede producir 150 millones de esporas, suficiente para contaminar varios millones de semillas.

Aparte de las mermas de cosecha, los trigos contaminados producen harinas de baja calidad y malolientes, por lo que los trigos con espigas atizonadas deben ser rechazados y no destinados para fines alimenticios. El consumo de trigo o harinas contaminadas, según el grado de contaminación, puede producir trastornos respiratorios, tanto a personas, como a animales. Además, las esporas de la caries son





altamente combustibles, lo que en casos de elevadas infestaciones puede favorecer incendios y explosiones por las chispas producidas por las cosechadoras.

**Control y seguimiento de campo:** utilizar variedades resistentes o semillas libres de la enfermedad. Tratar las semillas con un fungicida si se observa la enfermedad en el campo de producción de semillas o si la variedad tiene una baja resistencia. Tratamiento de semilla: Carboxina, Fenfuram, Maneb, Metil-tiofanato, Tiabendazol, Triadimenol y otros.

**Carbón Desnudo. *Ustilago Nudo, U. Tritici, U. Kolleri, U. Avenae, U. Hordei* (foto 1)**

La enfermedad no se manifiesta hasta el momento en que aparece la espiga, que presenta el aspecto de una masa negruzca que al secarse es arrastrada por el viento. En general, las plantas atacadas muestran mejor aspecto y más desarrollo hasta la aparición de la espiga enferma.

Los hongos permanecen latentes en el embrión de la semilla e inician su actividad al sembrarla, trasladándose poco a poco por el interior de la planta. Cuando llega la floración, el ataque se hace visible y ataca poco después a los granos hasta convertidos en una masa pulverulenta-esporas.

Las esporas de las espigas afectadas se diseminan con el viento y contaminan las flores sanas de las mismas. El micelio del hongo penetra en el embrión de los granos sanos y permanece latente hasta una nueva siembra.

Los daños de *Ustilago* se pueden valorar fundamentalmente en una pérdida de rendimiento. Se estima que la reducción del rendimiento es igual al porcentaje de espigas con carbón. Otro daño importante está en la contaminación de la cosecha al año siguiente, ya que se estima que un ataque del 1%, y si las condiciones son favorables, al siguiente año se puede multiplicar por diez. Una cosecha de trigo o cebada no es admitida para siembra cuando supera este porcentaje.

**Control y seguimiento de campo:** utilizar variedades resistentes o granos no contaminados. Tratar la semilla con un fungicida si se observa un ataque de carbón en el campo de producción de grano para siembra o si la variedad es de baja resistencia al carbón.

**Las Royas. *Puccinia***

Con el nombre vulgar de royas se agrupan una serie de enfermedades provocadas por hongos uredinales que atacan, además de cereales, a la mayor parte de plantas cultivadas y espontáneas, produciendo daños de importancia económica variable. Las royas de cereales más importantes son producidas por diferentes especies del género *Puccinia*.

Estos hongos son parásitos obligados de desarrollo zonal, muy específicos, que salvo algunas excepciones, como la roya amarilla (*Puccinia striiformis*), son heteroicos (necesitan de un huésped secundario para completar su ciclo biológico).

El ciclo biológico de las royas es muy complejo: las teliosporas (esporas provistas de cubierta o episporio grueso que les permitirá defenderse de las heladas) invernan en el rastrojo y, al llegar la primavera, germinan produciendo un basidio del que nacen las basidiosporas; éstas infectan al hospedador secundario donde se van a formar abultamientos subepidérmicos que corresponden a espermacios y aecios. Las aeciosporas (producidas en los aecios) son los agentes responsables del ataque a los cereales. En los cereales se van a observar unos abultamientos de color amarillo a marrón según especies, que son denominados uredosporas que van a ser las responsables de la diseminación de la enfermedad por el cultivo de cereal. Con la llegada de los primeros fríos otoñales se forman unos nuevos abultamientos, los telios, que darán lugar a las teliosporas, cerrándose así el ciclo biológico de estos polimórficos uredinales.

La sintomatología de las ro-

**maíz**

**DK 312**

**Gane tiempo y dinero**

- Híbrido simple de nueva generación
- Comportamiento excepcional
- Alta resistencia al encamado

**SEGURIDAD DE UN ALTO RENDIMIENTO EN CUALQUIER SITUACIÓN**



yas se caracteriza por las manchas o pústulas de colores, tamaños y formas variables según la especie de roya de que se trate, que se forman sobre las hojas y tallos de los cereales:

- Roya amarilla o lineal. *Puccinia striiformis* (foto 2a)

Produce pústulas (uredios) de amarillo a naranja en forma de estrías alargadas en hojas, vainas y glumas. Se propaga rápidamente cuando hay humedad libre y temperaturas moderadas. Es la roya que aparece más temprano. Cuando madura el cereal, forma unas pústulas negras, los telios, que contienen los órganos de conservación del hongo hasta la temporada siguiente. Es autoica, al no presentar hospedador secundario.

- Roya parda o de la hoja. *Puccinia hordei* (cebada), *Puccinia dispersa* (centeno), *Puccinia triticina* (trigo) (= *Puccinia recondita* f.sp. tritici) (foto 2b)

Causa en las hojas pústulas ovales de color naranja a rojo oscuro (uredios) si la hoja está verde, y pardo oscuras-negruzcas (telios) en hojas secas. Rápida propagación con humedad libre y temperaturas de 20 °C. Tiene distintos hospedadores secundarios según la especie patogénica de la que se trate.

- Roya negra o del tallo. *Puccinia graminis* f.sp. tritici (trigo), *P. graminis* f. sp. secalis (centeno), *P. graminis* f. sp. avenae (avena) (foto 2c).

Es la que generalmente aparece más tarde en los cultivos, pues lo hace cuando éstos están

próximos a la maduración. Las hojas se cubren de pústulas pardas (uredios) alargadas. El tallo y la espiga se cubren también de pústulas. Cuando el cereal ya ha madurado, se forman los telios, que son pústulas negras. El hospedador secundario es el agracejo (*Berberis vulgaris*).

Los daños producidos por las distintas royas se deben a la destrucción de la superficie foliar a través de la cual la planta genera alimento; las royas debilitan las plantas, perdiéndose cosecha en cantidad y calidad.

• **Control:** el único método de control práctico y eficaz en el control de las royas es la utilización de variedades resistentes. La erradicación de los hospederos como método cultural disminuye las infecciones en aquellas zonas donde las uredosporas no pueden invernar (las teliosporas soportan las heladas, pero las uredosporas también pueden pasar el invierno si es suave). Se recomienda controlar la aportación nitrogenada y, en algunos casos, el uso de fungicidas: diclone, zineb, maneb, oxicarboxina, propiconazol, triadimenol, fenpropimorf, diclobutrazol.

#### **Oídio. *Erysiphe graminis* (foto 3)**

Se desarrolla sobre vainas y hojas y glumas que se cubren, empezando por la base de las plantas, de una borra blanca que se elimina fácilmente con los dedos. Esta borra, que es el cuerpo del hongo, después se hace gris y

se cubre de puntitos negros (cleistotecios). A veces el oídio produce un intenso amarillamiento de los cereales, que en ocasiones se confunden con los efectos producidos por el frío. Este amarillamiento se produce cuando los tejidos están más o menos destruidos por el oídio.

Si los ataques son precoces, pueden ahijar menos los cereales, con reducción del número de tallos y espigas; también pueden producir un retraso en la vegetación. Los daños más grandes tienen lugar en los ataques tardíos, que pueden causar importantes mermas en el peso de los granos.

• **Control:** Diclobutrazol, Epirimol, Fenpropimorf, Propiconazol, Triadimenol.

#### **Septoriosis. *Septoria tritici*, *Septoria nodorum* (trigo), *Septoria secalis* (centeno), *Septoria avenae* (avena) (foto 4)**

Los síntomas, tanto en hojas como en glumas, de las diversas especies de hongos son bastante similares, por lo que describiremos *Septoria* de una forma general.

Sobre hojas y en las glumas del trigo aparecen manchas oscuras o anaranjadas redondeadas de 3-4 mm de diámetro. A medida que la mancha crece, se decolora centralmente mientras que la periferia toma coloración marrón oscuro y se rodea por una estrecha banda de color violeta. En la zona central de las manchas se ven, a ojo desnudo, los picnidios que

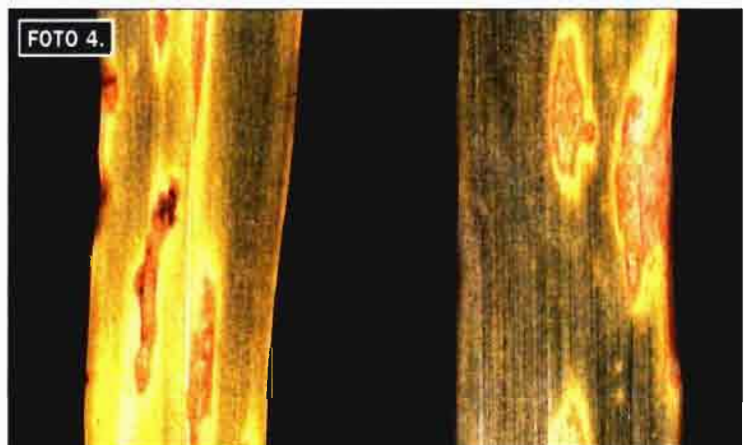
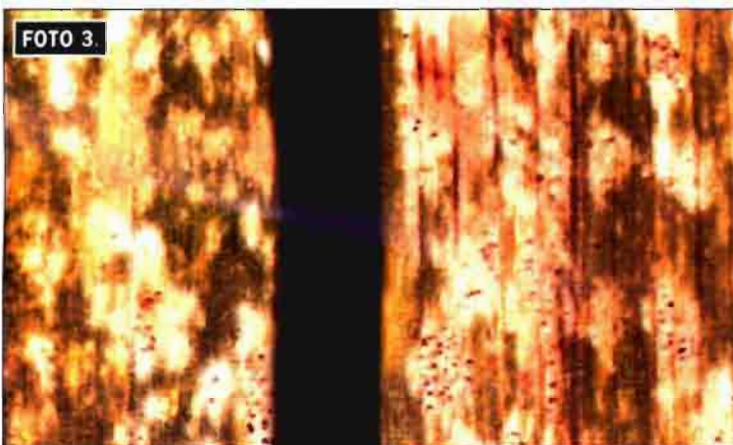
producen picnidiosporas, que son los órganos invernantes y los encargados de diseminar la enfermedad. El hongo puede conservarse en la semilla en forma de micelio y comenzar su infección en la germinación.

Una característica común a todos ellos es que atacan preferentemente cereales que por cualquier razón tienen un débil desarrollo vegetativo. Hay cuatro especies del género *Septoria* que son patógenos de los cereales de grano pequeño. Estas especies poseen características que las distinguen de otros hongos que parasitan también estos cereales: dentro del tejido de la planta se producen unas estructuras más o menos esféricas llamadas picnidios, que contienen las esporas, denominadas picnidiosporas o conidios.

Cuando maduran los picnidios atraviesan la epidermis y los conidios que contienen son lanzados al exterior como una masa de esporas o cirros a través del poro u ostiolo. Las esporas son de color rosado a blanco amarillento. El hongo puede vivir durante el invierno en paja y desechos vegetales. Por ello es aconsejable la rotación de cultivos en los sitios donde se presentan infecciones de *Septoria*.

Las dos especies que más daño hacen al trigo son *S. tritici* y *S. nodorum*.

Los síntomas de *S. tritici* se inician como manchas pequeñas en las hojas, que tienden a desarrollarse en el sentido de la longitud de la hoja. Cuando se desa-





rolla la enfermedad, los centros de las manchas adquieren un color cereza. Entonces aparecen dentro de la mancha unos puntos oscuros muy pequeños, que son los picnidios.

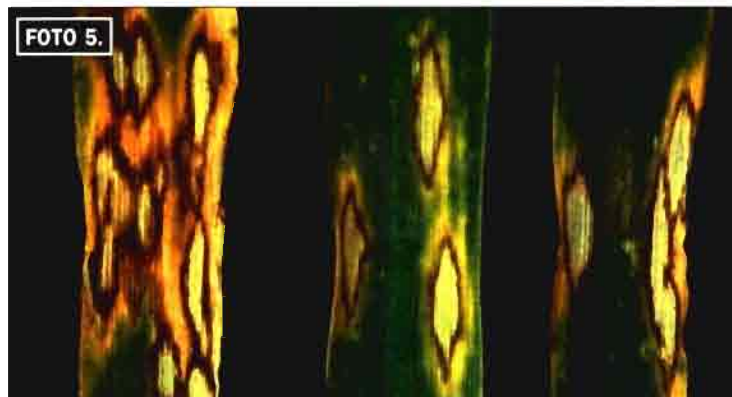
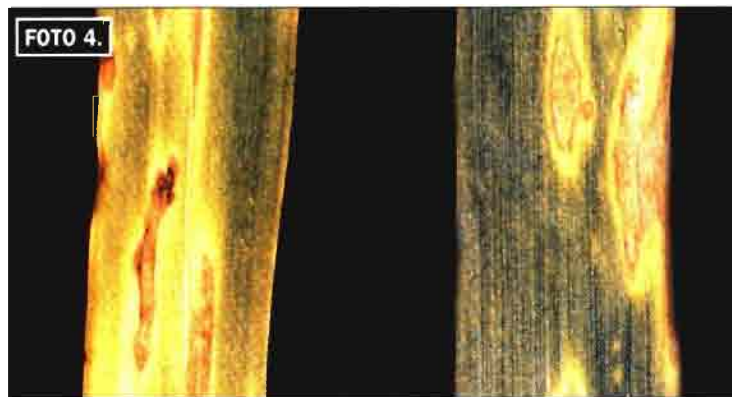
En el caso de *Septoria nodorum*, los síntomas se presentan en las hojas por manchas que van de color amarillento a café, de forma oval o lenticular y con bordes algo más oscuros. Las manchas se agrandan y, a medida que muere el tejido, las áreas necróticas toman un color gris claro.

Generalmente, la enfermedad aparece primero en las hojas inferiores y va ascendiendo después con las salpicaduras de las gotas de lluvia. Otras fuentes demuestran la capacidad que tiene este hongo de volar en una fase determinada de su vida. En el caso de *S. tritici* la enfermedad se vuelve menos agresiva conforme el trigo empieza a madurar. Pero *S. nodorum* se hace más agresivo a medida que el cultivo se aproxima a la madurez, pudiendo afectar a los nudos e incluso a las glumas, por lo que, probablemente, las pérdidas que causa son mayores que las de *S. tritici*.

**Medios de lucha:** en cuanto a los tratamientos preventivos de follaje, no está del todo claro que sean convenientes económicamente y probablemente no lo serán cuando las producciones esperadas no sean muy altas. No hay gran experiencia del tema en España, recomendándose fungicidas del tipo maneb, mancozeb o sus mezclas con sistémicos: Clortalonil, Procloraz, Propiconazol, Triadimefon, Triadimenol. Es conveniente, como medida indirecta, la eliminación de rastrojos. Tratamiento de semilla Carben-dazima+Maneb, Imazalil+Triadimenol.

**Escaldado. *Rhynchosporium secalis* (foto 5)**

En trigo y centeno se observan a veces en las hojas manchas oscuras redondeadas o alargadas que pronto se aclaran en el centro mientras se rodean de una franja rojo-negrucza como consecuencia del ata-



que del hongo.

En primavera y durante todo el verano se forman en las hojas las manchas descritas, que al principio tienen coloración azul grisáceo de forma lenticular de 15-20 mm de longitud, después se aclara el centro, quedando gris plomizo, mientras se oscurecen los bordes que adquieren tonalidad rojo negruzca. Inverna en el terreno como hongo saprofito.

**Mal del Pie**

Conjunto heterogéneo de hongos productores de diversas enfermedades que afectan la zona del cuello y la parte superior del sistema radicular, produciendo daños con mayor o menor en-

idad económica, ya que las plantas afectadas tienen poco vigor y escasa productividad, se mustian y pueden llegar a morir. Destacan por su importancia:

- *Fusarium roseum* y *Fusarium nivale* (foto 6). Pueden atacar en cualquier momento del ciclo vegetativo del cereal. Las primeras lesiones se observan en las vainas foliares, donde aparecen manchas pardas húmedas que más tarde se secan. Después el hongo ataca el tallo, localizándose en la zona del cuello hasta el segundo nudo. A veces se observan manchas con tonalidades rosáceas pero, en condiciones de humedad, se evidencia el típico y abundante micelio del hongo.

*Rhizoctonia cerealis* (teleomorfo *Thanatephorus*). Al final del ahijado y comienzo del encañado, se observan los primeros síntomas, consistentes en manchas ovales y alargadas, con el centro gris ceniza ribeteada por una franja de color pardo-negruczo (semejante a una quemadura de cigarro). En los tallos las manchas son alargadas y van desde el tercer nudo hacia la corona radicular, pudiendo o no observarse micelios rosados en la zona del cuello.

*Ophiobolus graminis*. Este hongo ataca las raíces del trigo y de los demás cereales al finalizar el invierno, pudriéndose dichas raíces y ascendiendo el micelio hasta el cuello del tallo, que se recubre de una costra negra, formada por hifas que penetran en los tejidos. Si el ataque ha sido precoz en inviernos suaves y húmedos, puede morir la planta en primavera, pero si la infección es tardía, cuando ya el trigo crece rápidamente, el hongo no llega a matar la planta, pero la espiga queda blanca y los granos arrugados.

**Medios de lucha:** no existen medios de lucha directos. Entre los indirectos puede recomendarse:

-No repetir trigo detrás de trigo en las alternativas e introducir en ellas plantas resistentes, como leguminosas o crucíferas.

- Destruir el rastrojo con labores que produzcan su descomposición. Parece que las temperaturas que se alcanzan al quemar el rastrojo no son suficientes para la destrucción del hongo.

- Es conveniente la eliminación de malas hierbas gramíneas en el cultivo de las plantas de barbecho.

-Tratamiento: Benomilo, Carben-dazima, Metil-tiofanato, Procloraz, Tiabendazol.

**Encamado Parasitario O Mancha Ocular. *Pseudocercospora herpotrichoides* (foto 7)**

Se desarrolla sobre las vainas foliares y tallo, sin atacar ho-



jas ni raíces. A partir del ahijamiento aparecen unas manchas ovales de color pardo que penetran hacia el interior, atravesando todas las vainas hasta llegar al tallo, donde provoca la aparición de manchas ovales, en forma de ojal, con rebordes más o menos pronunciados de color pardo. En la parte central de las lesiones se ven, a simple vista, puntos negros que son las fructificaciones del hongo. Estas manchas pueden rodear totalmente el tallo, impidiendo el paso de savia, por lo que pueden observarse manchas o rodales de espigas blancas antes de la madurez del cereal, siendo muy frecuente que se doble la caña por esas lesiones, apareciendo rodales de plantas encamadas. Los otoños suaves y húmedos favorecen su crecimiento.

#### Medios de lucha:

- Utilizar variedades de trigo de invierno que sean resistentes (hasta ahora todas son sensibles, si bien hay algunas que muestran una mayor o menor sensibilidad).

- Rotaciones o alternativas de cosechas que separen, al menos un año, el cultivo de cereales de la misma parcela.

- Retraso de la sementera. Utilizar baja densidad de siembra.

- Tratamiento químico: Pulverizar a finales del ahijado con: Beziimidazoles, Carbendacima, Metiltiofanato, Tiabendazol, Imidazoles (Procloraz), Benomilo...

#### Fisiopatías

Existen, además, enfermedades que no llevan asociado un agente patógeno y que se conocen con el nombre de fisiopatías. De entre ellas destacan:

- Las heladas: originan un movimiento del agua desde el interior hacia el exterior de las células, yendo a ocupar los meatos intercelulares, donde se hiela y transforma en cristales. En consecuencia, se produce una deshidratación de la célula, que puede llegar a producir una congelación del protoplasma. Está claro que el perjuicio de las heladas será tanto menor cuanto mayor sea la

concentración celular. La fertilización influye sobre la resistencia al frío, al aumentar la concentración del jugo celular, elevando la presión osmótica y retardando la emigración de agua fuera de las células. El ión potasio, que favorece la asimilación clorofílica y, por tanto, la formación de azúcares, y que es absorbido fácilmente por la permeabilidad selectiva de la membrana celular, tiene a este respecto un papel preponderante.

- Un exceso de humedad provoca la asfixia de las raíces y esta asfixia puede favorecer, además, el desarrollo de gérmenes anaeróbicos causantes de podredumbre. Por otra parte, muchos microorganismos aerobios que intervienen en la nitrificación mueren por falta de oxígeno. El exceso de humedad perjudica notablemente en los terrenos arcillosos, hasta el punto de que los años buenos de trigo suelen coincidir

con los inviernos secos, siempre que la primavera sea lluviosa.

- En lugares donde azotan con frecuencia vientos fuertes y secos, el riesgo de asurado se hace especialmente importante, hasta el punto de que se haga imposible el cultivo del trigo.

- El encamado es tan importante en zonas fértiles que tan sólo se pueden sembrar variedades que no sean propensas a este riesgo, tanto por su tamaño como por la resistencia del tallo. El encamado es más frecuente en terrenos de regadío que en los de secano y, por tanto, en esta forma de cultivo presenta un problema muy a tener en cuenta, por lo que hay que buscar siempre variedades resistentes, sobre todo en terrenos fértiles.

- El corrimiento de la flor generalmente es debido a ausencia de fecundación. A veces es debido a no existir un equilibrio de los tres elementos principales NPK.

#### Micotoxinas

Por último, hay que mencionar la importancia de las contaminaciones de micotoxinas del grano almacenado. Las micotoxinas son producidas principalmente por cinco tipos de hongos: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps* y *Alternaria*. Las distintas toxinas presentan un amplio rango de toxicidad, especialmente en ganado (o seres humanos) ali-

mentado con este grano contaminado. Los síntomas varían desde vómitos a la muerte pasando por inactividad, degeneración de las células de la médula ósea, nódulos linfáticos e intestinos, diarrea, hemorragia, malformaciones y procesos degenerativos del sistema reproductor, necrosis y hemorragia profusa de órganos internos como intestino, hígado, riñón y corazón, etc. En distintos ensayos estas micotoxinas se han manifestado como hepatotóxicas, nefrotóxicas, embriotóxicas, inmunosupresivas y carcinogénicas.

El control de las micotoxinas debería estar enfocado dentro de un programa de control integrado. Esto supone aplicar unas medidas preventivas en todas las fases de producción del alimento en cuestión: rotación de cultivos, limpieza e higiene, eliminación de material contaminado, tratamientos físico-químicos, etc., desde el cultivo de cereal hasta la distribución del producto elaborado.

La reglamentación de micotoxinas se rige por el Real Decreto 747/2001, de 29 de junio, relativa a sustancias y productos indeseables en alimentación animal. Actualmente sólo se contemplan límites para la aflatoxina B1 (producida por *Aspergillus*). En alimentación animal se establecen valores límite de aflatoxina, según productos, entre 5 y 50 mg/kg, mientras que en cereales para consumo humano es de 2 ppb (partes por billón). ■

#### CONCLUSIONES

Los patógenos presentados son sólo un resumen de los más importantes. El daño potencial tiene una relación directa con la salud de la planta. Mientras que una planta sana puede ser tolerante a distintas enfermedades, una planta débil no sólo es susceptible a estos patógenos, sino también a un conjunto más amplio de otros patógenos no específicos y especies oportunistas. Del mismo modo, los patógenos presentan un nivel muy alto de interacciones entre ellos, con las condiciones ambientales y con las plagas y malas hierbas. En muchos casos el procedimiento de actuación contra un patógeno no ha de hacerse en una lucha directa con el mismo, sino frente a otros factores como pueden ser vectores de enfermedad (insectos y nemátodos gene-

ralmente), hospedadores secundarios (malas hierbas o rastrojos) y condiciones ambientales (riego y materia orgánica del suelo). Por todo ello es necesario un control integrado que abarque el mayor número de factores implicados. Sirvan de recomendaciones generales para todos los casos y como medidas preventivas: el empleo de semilla sana o debidamente tratada, ajustar las fechas de siembra a las condiciones climáticas más adecuadas y las rotaciones de cultivo. El empleo de fitosanitarios ha de hacerse con moderación y teniendo en cuenta, además de la legislación vigente, el posible riesgo de la adaptación de los patógenos que pueden volverse resistentes a dichos productos si estos son aplicados reiteradamente. ■