

# Roya amarilla

Enfermedad antigua,  
problemas modernos



Jesús Zúñiga Urrutia, Juan Antonio Lezáun San Martín,  
Ricardo Biurrun Aramayo, Irache Garnica Hermoso

(INTIA)

Corren los primeros días de abril de 2012 cuando a las instalaciones de INTIA llega la primera muestra de un trigo afectado por roya amarilla. La enfermedad no es nueva, se conoce, reconoce, y diagnostica sin duda o dificultad alguna. Lo realmente novedoso y preocupante es que la patología se presenta sobre una variedad de trigo que en principio posee resistencia a las cepas habituales de roya amarilla que pueden afectar en nuestra zona.

A partir de ese momento se suceden sin cesar nuevas detecciones, en gran número de variedades de trigo y en localizaciones diversas que abarcan desde Tierra Estella a Sangüesa y desde la Cuenca de Pamplona hasta Cortes.

Los resultados de esta situación se saldan a mediados de mayo, con cerca de 30.000 hectáreas de trigo tratadas contra roya amarilla, consecuencia de una epidemia que provoca el tratamiento generalizado contra esta enfermedad, situación sin precedentes en Navarra sobre cultivo de trigo.

¿Qué ha ocurrido en esta campaña 2012 con la roya amarilla? ¿En el año 2013 se van a repetir los ataques? ¿Va a ser necesario tratar siempre contra esta enfermedad? Estas y otras muchas cuestiones rondan por la cabeza de los agricultores, es por ello que desde INTIA y a través de este artículo se pretende clarificar algunos conceptos sobre esta importante enfermedad.

## ANTECEDENTES DE LA ENFERMEDAD

La roya amarilla es una enfermedad fúngica conocida desde antiguo como causante de fuertes pérdidas de rendimiento en los cultivos de cereales, aunque deno-

minando de forma genérica “roya” a diferentes especies de hongos del género *Puccinia*. La roya amarilla fue identificada como tal en el año 1777, considerándose a partir de entonces como patología diferenciada. Esta alteración se presenta habitualmente de forma cíclica, causando importantes daños en algunas campañas y estando ausente en otras. En España son recordadas por especialmente dañinas las epidemias por roya amarilla ocurridas en los años 1957, 1960, o 1978.



Foto 1

Los ataques de esta enfermedad presentan frecuentemente gran importancia, puesto que suponen una merma significativa de los rendimientos de trigo, así que era prioritario encontrar medios de lucha eficaces contra el patógeno que minimizaran las consecuencias de las epidemias de roya amarilla. Entre los diferentes métodos, uno de los más exitosos ha resultado sin duda el empleo de variedades de trigo resistentes a los ataques del hongo. Este sistema de variedades resistentes, adoptado de forma generalizada en los años finales del pasado siglo, se ha ido adaptando y evolucionando en el tiempo, introduciendo en las variedades nuevas resistencias en función de la aparición de distintas razas del hongo con virulencia frente a antiguos genes de resistencia contra la roya. La gran eficacia de este sistema de lucha ha hecho que en la actualidad una gran parte de las variedades de trigo empleadas en nuestra zona de cultivo cuenten, entre otros, con un gen de resistencia contra roya amarilla denominado YR17, que confiere a dichas variedades un alto grado de resistencia frente a la cepa más frecuente y habitual de roya presente en nuestro entorno, denominada como “raza española”. El empleo de estas variedades de trigo había conseguido que la enfermedad no supusiese ningún tipo de problema desde hace décadas sobre los campos de cereal de Navarra.

Indicar que en observaciones realizadas en campañas anteriores, ya se llegaron a detectar algunos focos de roya amarilla en trigos, principalmente sobre variedades en fase de evaluación en ensayos de microparcelas, esta circunstancia se repite varios años hasta la campaña 2010. En el año 2011 se producen ya ataques de roya amarilla sobre parcelas comerciales, siendo necesario intervenir con fungicidas para minimizar los daños,

la incidencia de la enfermedad queda en la práctica limitada a la afección sobre un único trigo, BOKARO, variedad que presenta alta susceptibilidad a la raza predominante de roya amarilla, por lo que la estrategia de lucha frente a la enfermedad en este caso se basa en la aplicación de productos con acción fungicida.

## ROYA AMARILLA EN 2012

Las primeras detecciones de roya amarilla en Navarra durante el año 2012 se producen a inicios de abril, en cultivo de trigo, sobre parcelas comerciales. Las condiciones agroclimáticas ocurridas hasta entonces durante la campaña de cultivo 2011-2012 habían sido claramente favorables al desarrollo de la enfermedad, la presencia de la patología en la zona era conocida por la situación de otras campañas, lo verdaderamente novedoso y preocupante era que dicho ataque se produce sobre una variedad de trigo, NOGAL, que posee resistencia a la raza habitual de roya amarilla.

A partir de este momento los nuevos focos de la enfermedad surgen sin cesar por todas las zonas de cultivo. Las condiciones agroclimáticas del mes de abril, con frecuentes lluvias, temperaturas frescas, cielos permanentemente cubiertos y poca luminosidad, impulsan las nuevas infecciones y el desarrollo de roya, afectando únicamente a trigo pero abarcando tanto secanos frescos como cultivos de regadío por toda la geografía de Navarra donde el cultivo presenta un mínimo de actividad vegetativa. La enfermedad apenas tiene incidencia sobre trigos sembrados en secanos semiáridos, que debido a la sequía de la campaña sufren una mala implantación, porte escaso y desarrollo deficiente.

La enfermedad afecta a numerosas variedades de trigo. En realidad la práctica totalidad de cultivares sembrados presentan más o menos afección de la enfermedad. Los ataques son más frecuentes y severos sobre variedades como ANZA, BADIÉL, o BOKARO (como ejemplo), algo hasta cierto punto esperable a tenor de las favorables condiciones para los ataques de la patología, y al hecho de que se trata de cultivares sensibles a la raza de roya amarilla más frecuente en esta zona. Sin embargo sorprende detectar ataques de mayor o menor severidad en variedades como ANDELOS, BERDUN, NOGAL, o PALEDOR (por citar solo algunas), cultivares que poseen resistencia contra la “raza española” de roya amarilla, la cepa predominante en la zona, trigos que hasta esta campaña se habían mostrado totalmente indemnes frente a la enfermedad.

# epopee®

En los momentos críticos,  
**EL FUNGICIDA MÁS POTENTE.**



Doble acción fungicida, sistemática y de contacto.  
Excelente control de royas, septorias y oidio.  
Amplio registro en otras enfermedades de los cereales.



La importancia de los ataques de roya, su amplia dispersión geográfica, así como la persistencia de las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad durante todo el mes de abril y parte del mes de mayo obligan a realizar tratamientos con fungicidas para asegurar la sanidad del cultivo. Las intervenciones se dilatan hasta mitades del mes de mayo, alcanzando finalmente una superficie de trigo tratada que se acerca a las 30.000 hectáreas, una actuación de esta magnitud nunca antes había sido necesaria en Navarra en la lucha contra una enfermedad foliar del trigo. Afortunadamente si las aplicaciones se realizan a tiempo y en buenas condiciones, logran un alto grado de eficacia, minimizando los daños y asegurando un buen resultado productivo del cultivo.

A la vista de todas estas circunstancias y atendiendo a noticias llegadas de otras zonas de Europa, en un primer momento se sospecha que se está padeciendo una epidemia causada por una nueva raza de roya amarilla, extremadamente virulenta sobre las variedades actualmente cultivadas, y capaz de evitar las resistencias a los tipos de roya más frecuentes hasta ese momento. La confirmación llega más tarde, a raíz del envío por parte de INTIA de muestras del hongo a Francia, concretamente al INRA de Versailles donde se identifica esta roya como raza Warrior/Ambition, una nueva cepa citada por vez primera en el año 2010 en Inglaterra y que en dos campañas ya se ha convertido en la raza mayoritaria de roya amarilla en Francia. Esta cepa del hongo puede eludir el carácter resistente de las variedades comerciales más comunes de trigo, puesto que posee virulencia sobre los genes de resistencia 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 17, 25, 32, sd, sp.



Foto 2

## EL PATÓGENO

La roya amarilla es una enfermedad fúngica que puede afectar a trigos (blando y duro), cebadas, triticales y otras gramíneas espontáneas. En Navarra la enferme-

dad ha afectado únicamente a trigo, y ha sido provocada por el hongo *Puccinia striiformis f. sp. tritici*. Durante muchos años se había considerado que *P. striiformis* tenía un ciclo incompleto, ligado únicamente a gramíneas. En fechas recientes se ha descrito que la enfermedad llega a completar su ciclo biológico sobre hospedantes alternos de *Berberis*.



Foto 3

## CICLO BIOLÓGICO Y EPIDEMIOLOGÍA

Aunque estudios recientes han demostrado la existencia de otras plantas huéspedes secundarios, las infecciones primarias se producen sobre el cultivo de trigo en otoño por medio de esporas que alcanzan al cultivo recién implantado arrastradas por el viento, procedentes de trigos espontáneos u otras gramíneas de zonas frescas o de montaña, donde han sobrevivido al periodo veraniego. Estas primeras infecciones son difícilmente identificables, pueden resistir a las condiciones ambientales del invierno y pasan desapercibidas. A finales de invierno y comienzo de primavera, en condiciones adecuadas, la enfermedad se multiplica por sucesivos ciclos infectivos asexuales, provocando sobre las hojas gran número de uredinios (lesiones en forma de pústulas) productores de infinidad de esporas (uredosporas) que dispersan la enfermedad y son las responsables de infectar a otras plantas de la parcela, expandir la roya a otras parcelas cercanas o incluso dispersar el inoculo a grandes distancias si existen vientos favorables para su transporte. Al final del ciclo vegetativo del trigo, en condiciones adversas para la roya, se crean cuerpos especiales de conservación de la enfermedad llamados telios, productores de teliosporas, las cuales a través de basidiosporas son las encargadas de producir las nuevas infecciones de la enfermedad cuando se recuperan las condiciones adecuadas.

La enfermedad puede producir infecciones y desarrollarse a partir de 0/3 °C, paraliza su desarrollo por debajo de estas temperaturas. Las pústulas infectivas pueden

sobrevivir a temperatura de  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y las infecciones latentes perviven mientras la hoja infectada este viva. El óptimo para la infección y desarrollo de la roya amarilla se produce a temperaturas de  $10/15\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la presencia de agua sobre las hojas. En condiciones óptimas, una espora de roya amarilla germina y produce una infección en un periodo de 1 a 3 horas, el ciclo de la enfermedad puede completarse en 7 días, sucediéndose numerosos ciclos infectivos lo que confiere a esta patología un desarrollo "explosivo". Por encima de  $22/23\text{ }^{\circ}\text{C}$  se detiene el desarrollo del patógeno. *P. striiformis* resulta sensible a la luz ultravioleta. De forma orientativa se estima que la roya amarilla necesita de media  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  menos de temperatura que la roya parda para su óptimo desarrollo, es por ello que esta enfermedad se ha ligado a cultivos de trigo en zonas de litoral marítimo o a sistemas agrarios de montaña. Coakley & Line han llegado a modelizar el riesgo de roya amarilla en función de las temperaturas en ciertos periodos, concluyendo que las zonas más expuestas son aquellas con inviernos suaves y primaveras frescas y lluviosas.

## SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS

Sobre la parcela, las infecciones otoñales pasan inadvertidas. Es a partir del fin de ahijado y comienzo de encañado cuando se observan los síntomas. La enfermedad se presenta en principio formando rodales de escasa superficie, que observados a distancia tienen un aspecto clorótico y amarillento. En estos rodales la práctica totalidad de las plantas están fuertemente afectadas de la enfermedad (Foto 1). En condiciones favorables estos primeros focos se multiplican y aumentan de tamaño, y pueden terminar por diseminar la roya a todo el resto de la parcela (Fotos 2, 3 y 4).

Si se observan con detenimiento las plantas afectadas, en inicio de la infección se aprecian sobre el haz de las hojas unas pequeñas pústulas de color amarillo, alineadas longitudinalmente en el sentido de los nervios foliares (Fotos 5 y 6). Con la progresión de la enfermedad, estas pústulas se multiplican llegando a ocupar la totalidad de la superficie foliar, lo que les confiere un aspecto estriado. Las pústulas toman un color más anaranjado y liberan un polvillo (uredosporas) de color naranja amarillento.

En caso de persistir las condiciones de infección en fases avanzadas del cultivo, se producen lesiones en espiga, llegando a apreciar pústulas sobre las glumas del grano (Foto 7).

Ataques de severidad importante sobre trigo provocan amplias zonas necróticas sobre las hojas, llegando a secarlas por completo, lo que disminuye la capacidad fotosintética de la planta. El cultivo se debilita, se produce una reducción notable de migración de elementos nutritivos hacia el grano, los rendimientos productivos pueden reducirse hasta el 50% (Foto9).

En condiciones adversas para el desarrollo de la enfermedad, se forman sobre las hojas unas pústulas de color café oscuro o negro, muy patentes sobre la hoja amarillenta, se trata de los telios (Foto 10). Esta nueva raza de roya amarilla recién llegada, tiene como característica frente a otras cepas la gran facilidad para producir telios; este tipo de formas se pudieron observar de forma habitual sobre parcelas atacadas la pasada campaña.



Fotos 4, 5 y 6 (de arriba a abajo).

## ESTRATEGIAS DE LUCHA

### Métodos preventivos y culturales

Englobarían acciones tendentes a minimizar la presencia del inoculo en la parcela, así como medidas para evitar las infecciones de la enfermedad, y las prácticas llevadas a cabo para dificultar el desarrollo de la patología una vez instalada sobre el cultivo. **La eficiencia de estos métodos culturales en el control de roya amarilla es baja**, la biología y epidemiología de *P. striiformis* hace

que medidas como el empleo de semillas sanas (o semillas tratadas), diferentes sistemas de laboreo o una correcta gestión de los residuos del cultivo anterior, apenas tengan relevancia sobre la posterior incidencia de la enfermedad. De igual manera un sistema de rotación de cultivos tampoco ha mostrado ser factor limitativo para los ataques de roya, puesto que el inoculo que provoca la infección primaria suele proceder de zonas distantes. Conseguir un desarrollo vegetativo adecuado en base a limitar la densidad de plantas y una buena gestión de la fertilización, quizás sea la medida que más influye para limitar el avance de roya, no obstante no es infrecuente ver cultivos fuertemente afectados en situaciones de déficit de nitrógeno y poco vigorosos.

### Variedades resistentes

El método más exitoso en la lucha contra esta enfermedad, se basa en el empleo de variedades con caracteres de resistencia contra el patógeno. Resulta fácil de utilizar, accesible, económico y muy eficaz si se siembran variedades con los caracteres de resistencia adecuados. Es un sistema muy dinámico, que obliga a investigadores y expertos en genética a un gran esfuerzo para poner a punto

material vegetal con nuevos caracteres de resistencia frente a las nuevas cepas virulentas que surgen de roya.



Foto 7

La certeza de la presencia en Navarra de la nueva cepa Warrior/Ambition crea una situación de total ineficacia de este método de lucha. No se dispone de variedades con resistencia a la gran cantidad de virulencias presentes en esta raza de roya. Es cierto que durante la campaña se han podido observar importantes diferencias entre los niveles de ataque que han sufrido las distintas variedades, pero hay que resaltar que la menor severidad que presentan no se debe a que haya una resistencia específica, sino a la presencia en dichas variedades de caracteres de tolerancia frente a la roya (Foto 11). Estas variedades, aunque en grado bastante leve, sí presentaban ataques



## ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ●

PREMIO DEL CLUB DE INVENTORES ESPAÑOLES al “Mejor sistema para instalación enterrada de tuberías”

### SISTEMA PATENTADO - SIN APERTURA DE ZANJA



- Nuevo sistema más rápido y económico
- Guiado por láser
- Mejora las fincas y el medio ambiente
- Imprescindible para la preparación de VIÑAS, ENDRINAS, OLIVOS y OTROS FRUTALES.

Se consigue un drenaje perfecto evitando las obstrucciones en el tubo, al introducir éste y la grava pretensando la tierra y mantener una inclinación constante controlada por láser. Además, el sistema utilizado por “AHIVA

EL AGUA” logra purificar la tierra de la acumulación de herbicidas y abonos que han sido depositados a lo largo de los años. En las tierras salitrosas de regadío, se elimina la sal. El drenaje sirve tanto para las aguas superficiales como para las subterráneas.

de la patología, circunstancia que obliga a ser muy cautos a la hora de definir la menor sensibilidad, puesto que no se sabe si el “carácter tolerante” se va a expresar del mismo modo contra la roya en otras campañas.

La información del nivel de ataque por roya amarilla en los ensayos de variedades de trigo se puede consultar en el artículo “Nuevas variedades de cereal” publicado en Navarra Agraria. nº 194 de septiembre-octubre de 2012.

### Control químico

Se basa en la aplicación de productos de acción fungicida que limiten las infecciones y posterior desarrollo del patógeno minimizando así las consecuencias producidas por los ataques del hongo. Si se aplica correctamente el sistema de lucha es muy eficaz. Formulados fungicidas a base de azoxistrobin, azoxistrobin+ciproconazol, ciproconazol, ciproconazol+trifloxistrobin, epoxiconazol, piraclostrobin, procloraz+tebuconazol, propiconazol, protioconazol+tebuconazol, tebuconazol, o triadimenol poseen un excelente efecto en el control de roya amarilla. Se debe estar atentos desde el estado de inicio de encañado hasta el momento de grano lechoso, siendo fundamental tratar al inicio de ataque (Fotos 5 y 6), con el objeto de mantener sanas las dos últimas hojas desarrolladas y la espiga.

Este sistema de control supone un esfuerzo suplementario de vigilancia del cultivo, prestando atención en una época poco habitual, puesto que la roya amarilla se anticipa respecto al seguimiento de otras enfermedades foliares del trigo.

La aplicación de fungicidas resulta costosa económicamente, sobre todo en zonas de baja productividad. Es generalmente específica de *P. striiformis*, ya que en el momento de tratar únicamente el oídio y “mal de pie” serían enfermedades cuyo tratamiento coincidiese con roya amarilla. Las aplicaciones muy habitualmente se adelantan demasiado al momento idóneo de control de otras enfermedades como septoria o roya parda. El manejo y aplicación de productos químicos no está exento de riesgos tanto para el aplicador como para el medio ambiente. La correcta gestión en el uso de fungicidas hace necesario alternar productos con distinta materia activa o distintos modos de acción.



Fotos 9, 10 y 11 (de arriba a abajo).

### LAS CLAVES DE LA ROYA AMARILLA

- ◆ Introducción y dispersión en Navarra de la cepa de roya amarilla Warrior/Ambition, “roya europea”, virulenta a las variedades de trigo habituales.
- ◆ En la campaña 2011/2012 condiciones agroclimáticas especialmente favorecedoras a los ataques de roya amarilla, tanto de “raza europea” como “roya española”, presencia generalizada de la enfermedad.
- ◆ Baja eficacia de métodos de lucha culturales.
- ◆ Ausencia de variedades de trigo con resistencia específica frente a esta nueva cepa de roya.
- ◆ Buena eficacia del control químico con fungicidas, es importante anticiparse, tratar al detectar los primeros síntomas.
- ◆ Habitualmente los tratamientos contra roya amarilla son específicos contra esta patología puesto que su ciclo se adelanta al de otras enfermedades foliares.
- ◆ La biología y epidemiología del patógeno indican que en Navarra el periodo de mayor riesgo se da a finales de invierno y comienzos de primavera, siendo frecuente que en esos momentos se den condiciones para las infecciones y desarrollo de la enfermedad, no solo en zonas de secanos frescos, sino también en cultivos de regadío e incluso en zonas de secanos semiáridos.
- ◆ La roya amarilla supone en definitiva otra patología más que puede afectar al cereal. Cada campaña será necesario vigilar su aparición, hacer el seguimiento de su incidencia, y valorar la necesidad de realizar tratamientos.