

Enfermedades fúngicas en cultivos de arroz

Control químico y biológico de las enfermedades de la pyriculariosis y la helmintosporiosis

**Manuel Megías¹,
Francisco Montes² y
Manuel Cano²**

¹ Departamento de Microbiología y Parasitología. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla.

² Federación de Arroceros de Sevilla.

La pyriculariosis y la helmintosporiosis son las enfermedades fúngicas más importantes en el cultivo del arroz en las marismas del río Guadalquivir. En 1997, la pyriculariosis afectó de forma devastadora a todos los cultivares utilizados en nuestras latitudes y llegó a ocasionar el 15% de pérdidas de la producción y unos costes económicos de más de 10 millones de euros. Por ello, su control de forma química o biológica se ha convertido en una de las mayores preocupaciones de los arroceros en zonas templadas y una prioridad para las marismas del Guadalquivir.



Foto 1. Plantas de arroz.

El arroz se utiliza en su inmensa mayoría para consumo humano directo y representa más del 21% del consumo mundial de cereales. La producción mundial es superior a 625 millones de toneladas y depende de este cultivo la alimentación de más de 2.500 millones de personas, sobre todo en los países en desarrollo.

La producción arrocerera en la Unión Europea se centra en los países del Mediterráneo, destacando Italia y España con un 55,9% y un 26,7%, respectiva-

mente, del total comunitario. La producción media del arrozal sevillano se estima en unas 321.422 t de arroz-cáscara, con unos rendimientos de 8.613,98 kg/ha (FAS, 2005), lo que representa más del 40% del total nacional. En un año de pluviometría suficiente, Andalucía se erige como la primera Comunidad productora de arroz en España. Concentra unas 36.071 ha de cultivo en el estuario del río Guadalquivir, en Sevilla, en zonas ubicadas dentro de los límites del Parque Nacional de Doñana.

Enfermedades fúngicas en el cultivo de arroz

Actualmente, entre el 15% y el 50% de las pérdidas de rendimientos que se generan en la agricultura se deben al efecto de los patógenos y, dentro de los agentes que producen las principales enfermedades en las cosechas, el 75% de ellos son hongos.

El arrozal, al igual que otros cultivos, padece el ataque de de-

EL ARROZ SE UTILIZA EN SU INMENSA MAYORÍA PARA CONSUMO HUMANO directo y representa más del 21% del consumo mundial de cereales. La producción mundial es superior a 625 millones de t y depende de este cultivo la alimentación de más de 2.500 millones de personas, sobre todo en los países en desarrollo.

terminadas enfermedades que pueden provocar una merma de producción y pérdida de calidad de grano. Las enfermedades que principalmente afectan a los arrozales sevillanos son de origen fúngico (hongos patógenos); destacan por su incidencia e importancia los siguientes hongos: *Pyricularia grisea*, productor de la pyriculariosis, que en 1997 produjo una reducción de la cosecha de un 15% con una consecuencia económica de gran importancia; *Bipolaris* spp., productor de la helmintosporiosis que, aunque de carácter endémico, tiene una repercusión en las marismas del Guadalquivir de menor importancia, aunque no así en otras zonas arroceras españolas, tales como Valencia y el delta del Ebro; finalmente, *Sclerotium oryzae* y *Fusarium* spp., que producen menor incidencia en los arrozales sevillanos y no suelen causar perjuicios económicos importantes

El arroz puede presentar enfermedades tanto en las semillas como en las plántulas o plantas adultas. Igualmente, muchos hongos atacan a los granos de arroz y manchan con frecuencia la cascarilla, aunque raramente penetran en su interior, y por consiguiente los daños comerciales suelen ser escasos. Los inóculos fúngicos (generalmente esporas)

se pueden hallar en la cubierta de los granos y transmitirse por semillas. Además de la semilla como inóculo de la enfermedad, los restos vegetales de cosechas anteriores infectados suelen ser, en muchos casos, un buen método de expansión de la enfermedad. La infección de plántulas puede ser la etapa más crucial para la planta, pero en muchos casos se compensa con la alta densidad de siembra que se practica en los arrozales sevillanos. En la **foto 4** se muestran los aislamientos que se detectan en los cultivos de arroz de las marismas del Guadalquivir.

En los campos de producción de arroz de las marismas del Guadalquivir durante la campaña de 2006, el seguimiento de las enfermedades fúngicas ha indicado que de los más de doscientos diagnósticos realizados, se han debido a la presencia de *Pyricularia grisea* en el 25% de los casos y a la de *Bipolaris* spp en al menos un 21% de las muestras analizadas (**figura 1**).

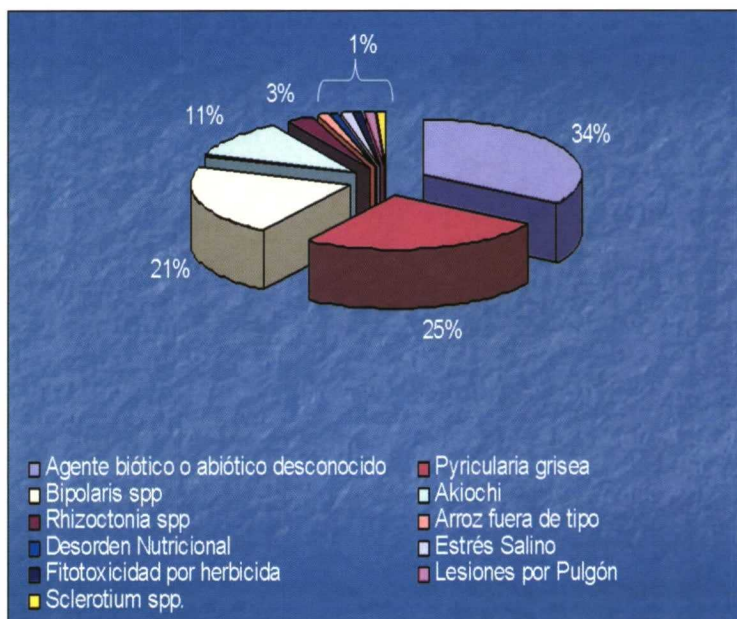
Pyriculariosis

La pyriculariosis (quemadura del arroz) es una enfermedad producida por el ascomiceto: forma anamórfica, *Pyricularia grisea* = *Pyricularia oryzae*, y forma teleomórfica: *Magnaporthe grisea*.

El hongo produce manchas puntuales o lesiones en las hojas, tallos (nudos y entrenudos) y panículas (cuello, raquis, ramas y glumillas), iniciándose normalmente en la hoja en forma de una mancha romboidal de tonalidad

Figura 1.

ESTADO SANITARIO DEL CULTIVO DEL ARROZ 2006.



Fuente: Memoria general de producción integrada 2006. FAS.

marrón o grisácea. Ataca frecuentemente al nudo de la base de la panícula y a su raquis, y si esto ocurre en un estado temprano de desarrollo de la planta, los granos de la parte basal pueden quedar vacíos.

El ataque de *Pyricularia* suele comenzar por rodales con características culturales y microclimáticas determinadas, apareciendo con aspecto de áreas quemadas, fácilmente distinguibles a simple vista, adquiriendo con ello el nombre alternativo de la enfermedad "quemadura del arroz". Su desarrollo se ve favorecido con siembras tardías, excesos de abonado nitrogenado, temperatu-

ras del orden de 25-28°C y humedad relativa superior al 93% (por debajo del 90% de humedad relativa el hongo no puede completar su ciclo infectivo) y agua libre (rocío) sobre la hoja. Es muy importante para la sanidad del cultivo la adecuada elección de la variedad a sembrar, que permita un grado de resistencia adecuada.

Helmintosporiosis

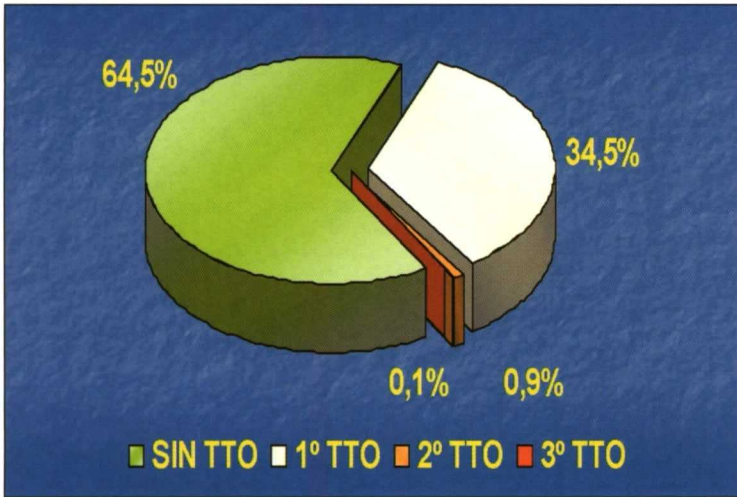
La *helmintosporiosis* (mancha marrón) es una enfermedad endémica en el arrozal sevillano, producido por el hongo en su forma anamórfica: *Helminthosporium oryzae* = *Drechslera oryzae* = *Bipolaris oryzae*, y se denomi-



Foto 2. Aplicación de fungicida en un campo de arroz.

Figura 2.

NÚMERO DE TRATAMIENTOS FUNGICIDAS REALIZADOS PARA EL CONTROL DE LAS ENFERMEDADES.



Fuente: Memoria general de producción integrada 2006. FAS.

na en su forma teleomórfica: *Cochliobolus miyabeanus* = *Ophiobolus miyabeanus*. Ésta es una enfermedad citada como muy importante en otras zonas arroceras, pero en las marismas del Guadalquivir en las pasadas campañas ha tenido una baja o nula incidencia en los rendimientos de la cosecha.

La enfermedad comienza su desarrollo en las plántulas. Los síntomas más visibles se observan en hojas y glumas de plantas maduras, aunque también aparecen en el raquis de las panículas de plantas al final del ciclo. Es una enfermedad típica de transmisión por semilla.

Estos síntomas son más acusados cuando el arroz es cultivado en condiciones de ca-

rencias nutricionales o en condiciones de suelos desfavorables. Los primeros síntomas se detectan en máximo ahijado, extendiéndose hasta el final del ciclo del cultivo, provocando manchas de color marrón oscuro, homogéneas y distribuidas uniformemente por la hoja, pudiendo llegar posteriormente a manchar la carióspside y perder calidad.

Entre otras enfermedades, la producida por *Sclerotium oryzae* (la podredumbre de la base del tallo) es una enfermedad endémica del arrozal andaluz, aunque las pérdidas raramente superan el 4-6% del rendimiento potencial del cultivo. El hongo inverna en forma de esclerocios, que pueden sobrevivir du-



Foto 3. Ensayos en parcelas de experimentación de la Federación de Arroceros de Sevilla (FAS).

del número de granos vacíos y una disminución en el tamaño y peso de la panícula.

Control de las enfermedades fúngicas en los cultivos de arroz

Las estrategias de control para estas enfermedades se basan actualmente en el uso de variedades resistentes de arroz

rante varios años libres en el suelo aunque principalmente lo hacen sobre los restos de cosechas infectados. Infectan principalmente las plántulas de arroz, que penetran hasta los tallos, produciendo síntomas característicos, tales como lesiones oscuras o negruzcas. La podredumbre basal del tallo genera un incremento del encamado y



Foto 4. Lesiones foliares de *Pyricularia grisea*.



Foto 5. Lesiones foliares con síntomas de helmintosporiosis.



(control genético de variedades) y el uso de fungicidas químicos, que básicamente son preventivos, inhibiendo la germinación de la conidia, penetración o esporulación del hongo. Es básico y fundamental el seguimiento exhaustivo de las condiciones climatológicas del cultivo, que en buena parte deciden el curso de la enfermedad.

Para el control de helmintosporiosis se recomiendan los tratamientos de semilla y el mantener un buen estado nutricional del suelo, mientras que para la pyriculariosis, en zonas con ambientes desfavorables para el hongo, bastaría con el empleo de variedades resistentes. En los años en los que las condiciones son muy favorables para el desarrollo del hongo estas medidas se deben acompañar con otras culturales, tales como adelantar la fecha de siembra para disminuir la exposición del cultivo a condiciones favorables para el hongo, llevar un buen control de la fertilización nitrogenada y fosfórica

aportada y emplear fungicidas.

Los fungicidas utilizados pueden ser específicos de la enfermedad o generales, ya que controlan más de un tipo de enfermedad. En la última campaña en las marismas del Guadalquivir, debido al control minucioso que llevan a cabo los técnicos de la Producción Integrada de Arroz (PIA) de la observación de síntomas en los cultivos y las medidas realizadas por los termohigrógrafos, y que permiten detectar el momento en que se dan condiciones climáticas favorables para los desarrollos epidémicos, los tratamientos con fungicidas han disminuido considerablemente, ya que el 64,5% de los cultivos no recibieron ningún tratamiento (figura 2).

Las materias activas fungicidas permitidas en producción integrada son: carbendazina, fluxilaxol, triflumizol, kasugamicina, proclorac, tebuconazol, triciclazol y propiconazol.

La utilización de fungicidas, a pesar de los seguimientos exhaustivos que se realizan de las enfermedades fúngicas, es aún muy elevada en la producción de arroz; y el riesgo del uso continuado de agentes químicos, adicional a los problemas de contaminación medioambiental, genera la posibilidad de provocar resistencia inducida a la enfermedad. Por ello, los manejos actuales para mantener los sistemas de producción agrícola, junto con las nuevas prioridades ambientales, han modificado seriamente el panorama del sector agroalimentario internacional.

En este sentido, los agentes biológicos, dirigidos tanto a incrementar la producción (biofertilización) como a evitar el ataque de agentes patógenos (en términos generales biocontrol), están adquiriendo una importancia vital en los sistemas de producción vegetal.

El conocimiento de la rizosfera ha generado cambios conceptuales muy importantes en el área de la ecología y de la fisiología vegetal. Actualmente se considera demostrado que la planta selecciona en su propio beneficio las bacterias más próximas a

la superficie de las raíces. Dichas bacterias reciben el nombre de *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Las bacterias rizosféricas seleccionadas tienen un papel vital en el mantenimiento de la salud de la planta y en su normal desarrollo. En base a este concepto, se están desarrollando métodos biotecnológicos consistentes en el empleo de bacterias seleccionadas de la rizosfera para conseguir reducir los inputs químicos y mantener o mejorar la producción.

El empleo de estas bacterias requiere una inversión científica en el proceso de búsqueda y selección que probablemente equivale a la inversión que precisa un microorganismo genéticamente modificado. Sin embargo, el empleo de estos microorganismos tiene la enorme ventaja de que son capaces de realizar funciones de momento inalcanzables por microorganismos genéticamente modificados, debido a la interven-

ción de sistemas de genes de funcionamiento y regulación compleja. Por otra parte, son microorganismos aislados de ambientes naturales y que, por lo tanto, no implican ningún riesgo ambiental.

Ensayos realizados

Con el objetivo de estudiar el control de estas enfermedades, se llevaron a cabo ensayos en una finca experimental de arroz en el término municipal de Utrera (Sevilla), por la Universidad de Sevilla junto con la Universidad San Pablo-CEU, AMC Chemical SL y la Federación de Arroceros de Sevilla, destinados a la evaluación de agentes biológicos de biocontrol (*Chryseobacterium balustinum* Aur9 y *Pseudomonas fluorescens* Aur6, bacterias aisladas de la rizosfera de plantas) frente a los fungicidas químicos de uso comercial para el control de las necrosis totales producidas por lesiones fúngicas de helmintosporiosis o pyriculariosis,

Abonos y Fitosanitarios Ecológicos Certificados

Soluciones ecológicas y naturales para las plantas de su huerto o jardín



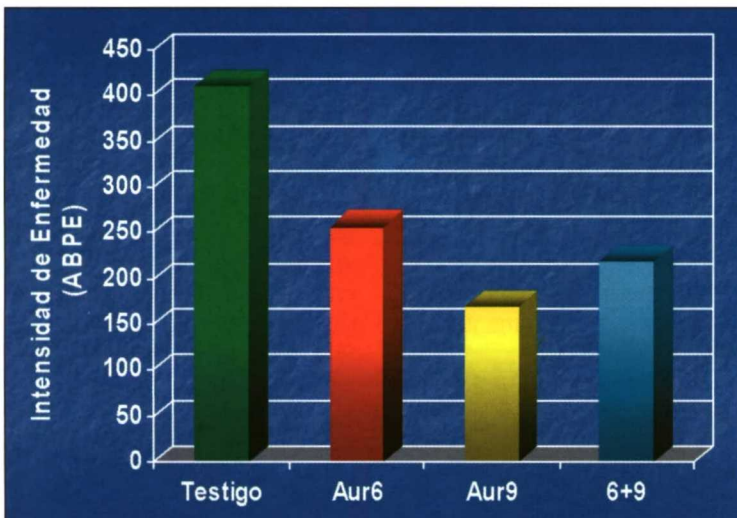
www.agromed.net
agromed@agromed.net

MiniAgromed

Ctra. Gójar-Dílar, Km. 2,5 · 18150 GÓJAR - GRANADA - SPAIN
Telf.: +34 958 59 71 17 · +34 958 59 76 11 · Fax: 958 59 71 17

Figura 3.

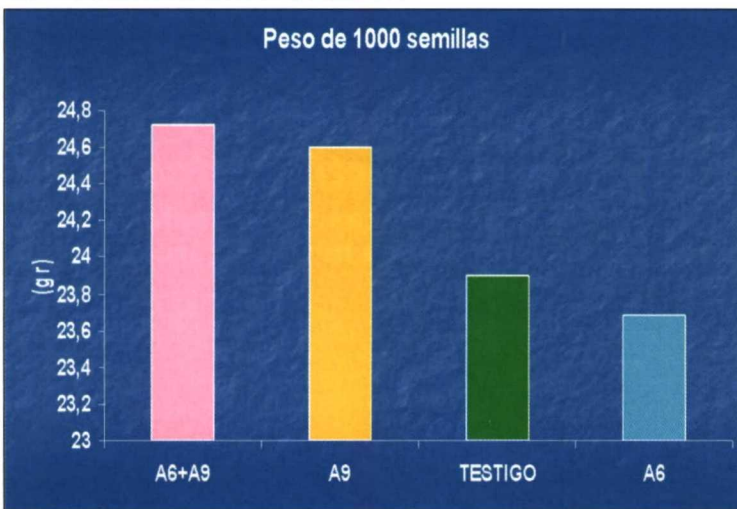
TRATAMIENTOS FUNGICIDAS DE ORIGEN BIOLÓGICO ENSAYADOS.



Aur6: tratamiento con *Pseudomonas aeruginosa* Aur6.
 Aur9: tratamiento con *Chryseobacterium balustinum* Aur9
 6+9: tratamiento con *Pseudomonas aeruginosa* Aur6 + *Chryseobacterium balustinum* Aur9.

Figura 4.

RENDIMIENTO INDUSTRIAL DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ CON TRATAMIENTOS CON BIOFUNGICIDAS DE ORIGEN BIOLÓGICO.



Aur6: tratamiento con *Pseudomonas aeruginosa* Aur6.
 Aur9: tratamiento con *Chryseobacterium balustinum* Aur9
 6+9: tratamiento con *Pseudomonas aeruginosa* Aur6 + *Chryseobacterium balustinum* Aur9.

que se desarrollan en el cultivo de arroz (figura 3).

De los resultados obtenidos, se deduce que los agentes biológicos pueden ser utilizados como agentes de biocontrol, que su aplicación de forma aérea garantiza su persistencia en la hoja a lo largo de todo el cultivo en cantidades significativas y que este hecho, quizás por antagonismo,

además de por inducción de resistencia sistémica, podría justificar los valores de reducción de la enfermedad encontrados. Actualmente estamos evaluando los resultados obtenidos en la campaña 2006, durante la cual hemos combinado en un mismo tratamiento la utilización de un fungicida con la mezcla de bacterias como agentes de control.



Foto 6. Lesión foliar de *Pyricularia grisea*.

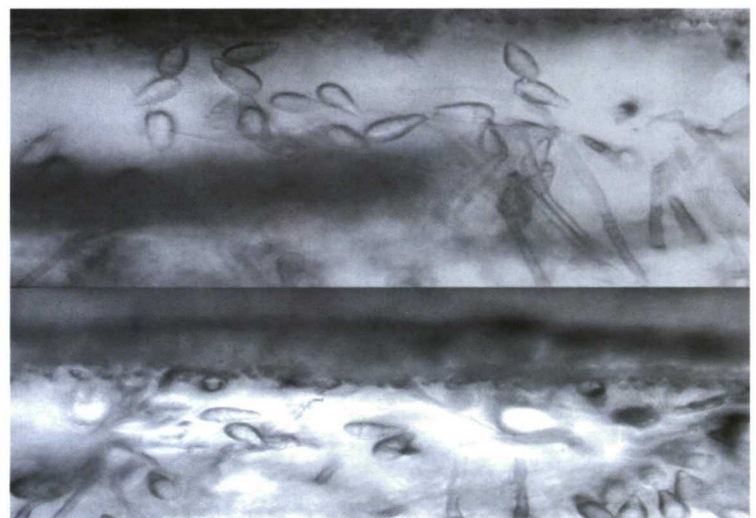


Foto 7. Conidias de *P. grisea*.

Al igual que se disminuye la incidencia de la enfermedad en las inoculaciones mixtas de bacterias, se han obtenido resultados significativos en los rendimientos de la producción de cosecha (figura 4).

Los microorganismos *Chryseobacterium balustinum* y *Pseudomonas aeruginosa* empleados en el ensayo biológico resultaron inicialmente un buen agente de control para severidades foliares por debajo del 1-2%, siendo por lo tanto un momento crítico para la determinación y diferenciación entre las necrosis totales en hoja y las lesiones foliares de pyriculariosis en los inicios de las epidemias. Por lo tanto, la coinoculación bacteriana de las dos cepas ensayadas puede ser un complemento a las aplicaciones químicas cuando la severidad foliar no supera el 1,5-2%. Conseguir analizar el efecto de las valoraciones para cada

estructura vegetal y para cada ensayo nos permitirá realizar estrategias de control específicas.

Actualmente, el control integrado de plagas potencia el uso de microorganismos para la disminución de las patologías que afectan a las cosechas, permitiendo una protección biológica frente a las enfermedades y una disminución en el impacto ambiental de los pesticidas y, por lo tanto, realizando una agricultura sostenible más respetuosa con el medio ambiente. Se están utilizando tanto hongos como bacterias de origen natural, no manipuladas genéticamente, y se ha propuesto para las bacterias que realizan control biológico la denominación de "bacterias promotoras del crecimiento y/o salud de la planta" (PHPR), aunque en la bibliografía internacional aún se las denomina bajo el epígrafe PGPR. ■