

RAIA

RED ANDALUZA DE EXPERIMENTACIÓN AGRARIA



Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir

Campaña 2004

Consejería de Agricultura y Pesca



COMPORTAMIENTO DE
Pyricularia oryzae
EN LAS MARISMAS DEL
GUADALQUIVIR.
EFICACIA FUNGICIDA FRENTE
AL PATÓGENO

Campaña 2004

**Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria,
Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica
(I.F.A.P.A)**

**R.A.E.A. COMPORTAMIENTO DE *Pyricularia oryzae* EN LAS MARISMAS DEL GUADAL-
QUIVIR. EFICACIA FUNGICIDA FRENTE AL PATÓGENO. CAMPAÑA 2004.**

© *Edita*: JUNTA DE ANDALUCÍA. **Consejería de Agricultura y Pesca**

© *Textos*: Autor/es.

Publica: Viceconsejería. Servicio de Publicaciones y Divulgación

Colección: R.A.E.A

Depósito Legal: SE-816-05

Maquetación e Impresión: Arte Print Impresores, S.L.

**RESPONSABLE DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y
COORDINADOR DE LA RED DE ENSAYOS**

Manuel Aguilar Portero (*)

ADJUNTA AL COORDINADOR Y RESPONSABLE DE ENSAYOS

Mercedes Castejón Muñoz (*)

PARTICIPANTES EN LOS ENSAYOS

Isaac Lara Álvarez (*)
Antonio José Escobar Guerrero (*)
Rafael García Carmona (*)
José Luque Molina (*)
Carmen Calleja Polo (*)
Carlos Romero Martín (*)
Enrique Rivas Vañó (*)
José Luís Fernández Ramírez (*)
Rocío Cantizano Núñez (*)

(*) Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Agroalimentaria y Producción Ecológica (IFAPA). CIFA
Las Torres-Tomejil. Apartado Oficial 41200. Alcalá del Río. Sevilla.

INTRODUCCIÓN

La quemazón del arroz, o piriculariosis, es la enfermedad más importante del cultivo del arroz en el mundo, tanto por su amplia distribución, como por la naturaleza de los daños.

Los ataques en la panícula son los más importantes puesto que la rentabilidad del cultivo del arroz disminuye sustancialmente por la baja en la calidad y cantidad de la cosecha. Sin embargo, las mermas por infecciones foliares pueden incidir en los rendimientos, llegando inclusive hasta la muerte parcial o total de las hojas.

El manejo de esta enfermedad necesita de la combinación de métodos de prevención de tipo genético (plantas resistentes y/o tolerantes), químico (aplicación de fungicidas) y físico (prácticas culturales). A continuación vamos a citar una serie de factores que promueven el desarrollo de esta enfermedad:

- 1) La susceptibilidad de las variedades.
- 2) En siembras tardías la fase final del ciclo vegetativo de la planta suele coincidir con las condiciones ambientales más favorables para el desarrollo de la enfermedad. En siembra temprana el estado de zurrón suele coincidir con temperaturas inferiores a las óptimas para el desarrollo de la enfermedad.
- 3) Las densidades excesivas de plantas disminuyen la aireación y provocan un aumento de la humedad relativa, además de alargar el ciclo del cultivo.
- 4) Excesivas dosis de abonado nitrogenado: el exceso de nitrógeno debilita las células de la epidermis de la planta facilitando la penetración del hongo. El ataque de la enfermedad es más drástico cuando la aplicación se realiza en cobertera y con fertilizantes nitrogenados de acción rápida, como es el sulfato de amonio.
- 5) Períodos de alta humedad o de rocío. Los períodos de 12-14 horas con humedades relativas superiores al 93% promueven el desarrollo de las esporas de *Pyricularia oryzae*.
- 6) Un promedio de temperaturas óptimas para el desarrollo del hongo. El rango de temperaturas en el cual es posible el desarrollo del hongo está comprendido entre los 15 y 35 °C, siendo la temperatura óptima de desarrollo la comprendida entre los 24 y los 28 °C.
- 7) Las lloviznas o nieblas prolongadas.
- 8) Los vientos suaves, los cuales favorecen la disseminación de las esporas.

R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir. Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004

9) El estrés de sequía, frecuente en otras zonas arroceras que someten al cultivo a varias "secas", o que retiran el agua de la tabla demasiado pronto para cosechar, también aumenta la susceptibilidad a esta enfermedad. Esto es debido a que el agua de la parcela acumula calor durante las horas de sol y lo cede a la atmósfera durante la noche, retardando la formación de rocío, indispensable para la infección.

La sintomatología producida por esta enfermedad se manifiesta mediante la formación de manchas o lesiones en cualquier parte aérea de la planta, siendo las zonas más afectadas las hojas y las panículas (RAEA 2001-2003).

En las hojas, al principio, aparecen manchas blanquecinas, o verde-grisáceas, rodeadas por bordes verdosos más oscuros. El interior de las lesiones maduras es de color blancuzco-grisáceo con bordes necrosados de color marrón-rojizo. La forma de las manchas es variable, con frecuencia oval-elipsoidal, con extremos más o menos puntiagudos en el sentido de los nervios de la hoja (forma de rombo). En ambiente húmedo y templado el hongo esporula, de modo que el centro de la mancha adquiere una coloración gris-ceniza debida a la presencia de hifas y conidias del patógeno. Las lesiones del limbo varían según el grado de resistencia de la variedad, la edad de la hoja y las condiciones ambientales.

En el tallo (nudos y entrenudos) y en la panícula (cuello, raquis principal, ramas y glumillas) aparecen lesiones necróticas de color marrón oscuro que pueden reducir o estrangular la circulación de la savia (con las correspondientes pérdidas en producción y calidad del grano) e incluso provocar el marchitamiento o secado de la parte situada por encima de la lesión. El ataque en nudos es mucho más frecuente y dañino que en los entrenudos, pudiendo romper, total o parcialmente, el tallo. En la zona de inserción del limbo y la vaina (collar) y especialmente en la lígula, sobre todo de la hoja bandera, es frecuente el ataque de *Pyricularia*, propiciado por la acumulación de gotas de rocío que resbalan por el limbo. Las aurículas son dos pequeños apéndices, con forma de orejuelas, situados a ambos lados de la unión articulada del limbo y la vaina. Inmediatamente por encima podemos observar una membrana triangular, de textura parecida al papel, denominada lígula.

Las infecciones en el cuello de la panícula suelen ser las más perjudiciales, pudiendo provocar, al igual que los ataques en nudos, la disminución del peso del grano e incluso, en ataques tempranos y severos, la aparición de panículas blancas y erectas con granos vacíos. La infección del cuello y ramas de la panícula (raquis, ramas primarias y secundarias), así como de los pedicelos portadores de las espiguillas (granos), puede tener lugar simultáneamente, o no, en función de determinadas condiciones ambientales y genéticas, aunque frecuentemente sobre las ramas tiene lugar más tarde, durante el llenado del grano. La cascarilla del grano también puede quedar afectada, recubriéndose de manchas de color marrón oscuro.

R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir. Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004

El ataque de *Pyricularia* suele comenzar en rodales con características culturales y microclimáticas determinadas, pudiendo llegar a tener el aspecto de áreas quemadas, fácilmente distinguibles a simple vista. La severidad de los ataques en las diversas partes de la planta varía significativamente según las variedades.

Las variedades de arroz reaccionan de forma diferente a *Pyricularia oryzae* como consecuencia del extremado potencial de variabilidad del hongo, el cual es capaz de originar diferentes razas patogénicas según la localidad, el tiempo, las diferencias en el nivel y tipo de resistencia de las variedades y los factores ambientales que afectan a la expresión de la resistencia. Uno de los objetivos de nuestro Departamento es caracterizar las razas de *P. oryzae* existentes en las Marismas del Guadalquivir, cuyos resultados serán presentados en un breve período de tiempo.

CONTROL FUNGICIDA

En general, los fungicidas suelen actuar de forma preventiva, protegiendo al cultivo de posibles infecciones o minimizando los daños ocasionados por la infección. Algunos parece ser que tienen ciertas propiedades curativas, es decir, que anulan los efectos negativos de la enfermedad una vez el cultivo se encuentra infectado.

Los tratamientos fungicidas suelen llevarse a cabo durante un período de tiempo comprendido entre el estado de zurrón avanzado y el inicio del espigado, siendo el plazo de protección medio entre 2 y 4 semanas, aunque esto depende del fungicida.

Aunque las aplicaciones pueden realizarse mediante pulverización terrestre o aérea, esta última daña menos el cultivo y es bastante más rápida.

Debido al carácter variable de los ataques de *Pyricularia oryzae* (tanto en el tiempo como en el espacio), a la aparición de rodales de infección y a la ineficacia de las inoculaciones artificiales a la hora de obtener resultados, la realización de los ensayos de campo se ve condicionada a efectuarse en grandes parcelas sometidas a inoculaciones naturales.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE NUESTRO DEPARTAMENTO

En base a lo expuesto, nuestro Departamento de Investigación del Arroz, adscrito al Instituto de Investigación Agroalimentaria de la Junta de Andalucía, ha considerado de interés para los arroceros de las Marismas del Guadalquivir estudiar:

1.- El grado de susceptibilidad/tolerancia a *Pyricularia oryzae* en una amplia colección de variedades, incluyendo las más utilizadas (año de estudios 2001-2004).

R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir. Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004

2.- La influencia de las condiciones ambientales en el desarrollo de la enfermedad (años 2002-03).

3.- Conocer el comportamiento de diferentes fungicidas existentes en el mercado, autorizados en Producción Integrada, con respecto al control del patógeno (años 2003-2004).

4.- Actualmente, en nuestro Departamento estamos completando los trabajos de biología molecular, enfrentando los diferentes aislamientos del patógeno a una colección de variedades diferenciales con el fin de determinar el número de razas de *Pyricularia oryzae* y su frecuencia relativa en las Marismas. Esta información es esencial para la obtención de variedades más tolerantes a la "Piriculariosis", o como información previa ante la introducción de nuevas variedades. Se pretende conocer la susceptibilidad de las diversas variedades utilizadas en la Marisma a cada una de las razas existentes.

Por tanto, los objetivos a considerar en este trabajo son los siguientes:

A) Conocer la tolerancia de 19 variedades y 6 híbridos a *P. oryzae*, bajo condiciones de campo.

B) Estudio de la influencia de las condiciones ambientales en el desarrollo de la enfermedad.

C) Estudiar la eficacia en el control de *Pyricularia* de 5 fungicidas comerciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos de investigación se realizaron en los laboratorios e instalaciones del nuestro Grupo de Investigación de Arroz y Maíz, ubicado en el Centro de Investigación y Formación Agraria (CIFA) "Las Torres-Tomejil" y, actualmente, perteneciente al Instituto de Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) de la Junta de Andalucía.

A) Tolerancia varietal

Por cuarto año consecutivo se ha establecido un ensayo en la finca de Sartenejales (Puebla del Río, Sevilla), de suelo arcilloso. Las prácticas de cultivo fueron las apropiadas para inducir la infección de *P. oryzae* (fecha de siembra tardía, densidad de siembra alta y dosis de abono nitrogenado elevado) y poder así estudiar la incidencia de *Pyricularia* sobre una amplia colección de variedades. Este año no se aportan datos de la severidad de la infección según las diferentes partes afectadas de la planta porque ya se informó en la publicación de RAEA del año anterior los datos obtenidos desde 2001-2003.

R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir. Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004

La siembra de los semilleros se realizó el 8 de Junio en la misma finca, donde el día 14 de Julio, las plántulas fueron transplantadas a las parcelas elementales. La parcela elemental estaba constituida por 3 surcos, de 6 m de longitud cada uno, con una separación entre surcos de 25 cm, y entre plantas de 20 cm, la cual se repitió tres veces, en bloques completos al azar. En cada repetición se pusieron 19 variedades comerciales diferentes, con diferente tolerancia al patógeno y 6 híbridos (Tabla 1); además, se incluyeron 4 parcelas elementales de la variedad Baixet (con alta susceptibilidad al patógeno bajo las condiciones de las Marismas) y 2 de Maratelli (variedad reconocida internacionalmente por su alta susceptibilidad). El ensayo en su conjunto, fue rodeado por un borde con cinco surcos de Baixet para que, junto con las parcelas de esta misma variedad, funcionaran como fuente de inóculo.

El abono nitrogenado se aplicó a mano como abonado de cobertera y en tres veces: una primera aplicación con 32,2 U de nitrógeno en forma de Urea el 28 Julio, una segunda aplicación el 11 de Agosto con 108,9 U N en forma de Sulfato Amónico granulado al 21 % y una tercera aplicación con el mismo producto el 25 de Agosto hasta completar las 250 U.N./ha.

Teniendo en cuenta que, en esta localidad, las primeras manchas de *Pyricularia* se observaron en años anteriores sobre la última quincena de Julio, a partir del 1 de Agosto se empezaron a realizar los primeros muestreos donde se evaluó la INCIDENCIA, o número de plantas afectadas por *P. oryzae*. Para la evaluación de dicha incidencia, los conteos se llevaron a cabo sobre "plantas individuales" (hijos). Se considera que la enfermedad ha tenido incidencia sobre una "planta individual" si se detecta al menos una mancha.

B) Influencia de las condiciones ambientales en el desarrollo de la enfermedad.

El contenido de esporas de *P. oryzae* en el aire fue muestreado en la Finca de Sartenejales (campañas 2002 y 2003) mediante colectores con dos niveles de trampas de adherencia, constituidas por portaobjetos de vidrio cubiertos de glicerina, a la altura de 20 y 70 cm con respecto al suelo. El recuento de esporas se realizó con un intervalo de tiempo de 2 días a partir del día que se realizó el transplante. Las condiciones climáticas fueron registradas mediante termohigrógrafos digitales colocados a 90 cm del suelo, los cuales se encontraban continuamente registrando datos de humedad absoluta y relativa, y temperatura máxima y mínima.

C) Eficacia en el control de fungicidas.

Los ensayos de campo se desarrollaron en las fincas de Casudis (Los Palacios, Sevilla) de suelo arcilloso y La Abundancia (Isla Mayor, Sevilla) de suelo franco-arcilloso-limoso.

R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir. Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004

El diseño experimental empleado fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las dimensiones de cada parcela elemental diferían según se tratase del ensayo localizado en Casudis o en La Abundancia, debido a las dimensiones totales de la tabla. Por esa razón, en Casudis la parcela elemental tenía unas dimensiones de 15 m. de ancho por 400 m. de largo, mientras que en La Abundancia las dimensiones eran de 15 m. de ancho por 195 m. de largo.

Dichas parcelas estaban flanqueadas por otras denominadas de seguridad (evitaban el posible solape de los fungicidas), que en Casudis tenían un ancho de 20 m. y en La Abundancia de 15 m. Las prácticas de cultivo (abonado, riego y tratamientos, excluidos los fungicidas) fueron las habituales de la zona donde estuvieron situados los ensayos, procurando que todas ellas fueran idénticas para cada una de las parcelas elementales, de modo que la única variación fuese la debida a los distintos tratamientos.

La variedad utilizada en Casudis fue Thainato, realizándose su siembra con avión a razón de 180 kg/ha de semillas. En La Abundancia, la variedad utilizada fue Puntal, realizándose su siembra con tractor, a razón de 170-175 kg/ha de semilla.

Los fungicidas utilizados en los ensayos fueron los siguientes:

1) **BIM:** (fungicida específico contra *P. Oryzae*)

- **Casa comercial:** Dow AgroSciences
- **Materia activa:** Triciclazol 75% PW
- **Dosis empleada:** 2 kg/670 litros

2) **KASUMÍN** (fungicida amplio espectro)

- **Casa comercial:** Lainco
- **Materia activa:** Kasugamicina 8% PW
- **Dosis empleada:** 2 litros/400 litros

3) **OCTAGÓN E** (fungicida amplio espectro)

- **Casa comercial:** AgrEvo
- **Materia activa:** Procloraz 45%
- **Dosis empleada:** 4 litros/400 litros

4) **PUNCH** (fungicida amplio espectro)

- **Casa comercial:** Du Pont
- **Materia activa:** Carbendazima 12,5% + Flusilazol 25% P/V
- **Dosis empleada:** 2 litros/400 litros

**R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir.
Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004**

5) **FOLICUR** (fungicida amplio espectro)

- **Casa comercial:** Bayer CropSciences
- **Materia activa:** Tebuconazol 25% P/V
- **Dosis empleada:** 4 litros/400 litros

En cada repetición, además de la parcela elemental correspondiente a cada tratamiento, también se dispuso de una parcela testigo a la cual no se le aplicó ningún tipo de tratamiento fungicida, para poder comparar la eficacia de los productos.

Dichos fungicidas se aplicaron durante la fase de inicio del espigado, mediante avión, a razón de 100l/ha. El tratamiento se realizó a primera hora de la mañana y en ausencia de viento.

A lo largo del ciclo del cultivo se hicieron diversos muestreos en distintas fechas. Uno de estos muestreos se realizó antes de la aplicación de los fungicidas, para ver la situación en la que se encontraba el cultivo, y el resto de muestreos se realizaron después del tratamiento. En cada uno de estos muestreos se tomaron 20 plantas por parcela elemental, con sus respectivos hijos, a partir de los cuales se evaluó la **incidencia** de la enfermedad. Se recuerda que una "planta individual" (hijo) está afectada por *P. oryzae* cuando se observa al menos una mancha en cualquiera de sus órganos.

Conviene hacer un inciso y decir que hasta este punto la metodología seguida coincide con la desarrollada y publicada (R.A.E.A. 2001 - 2003) en años anteriores. Pero la continua búsqueda de nuevos métodos hace que se desarrollen nuevas técnicas de medida y evaluación de la sintomatología. Por esa razón, este año hemos adoptado ciertas modificaciones a la hora de tratar los resultados, para poder ofrecer a los agricultores unos índices que muestren una visión más precisa de la realidad en cuanto al comportamiento de este hongo en el arrozal andaluz.

También se estudió la **severidad** de la enfermedad, o intensidad con la que la enfermedad afectó a la población de plantas del cultivo, en cada tratamiento. En nuestro ensayo, la severidad la representamos como el porcentaje de área foliar afectada por la enfermedad. Para su cálculo, dividimos el área afectada de la hoja entre el área total de la misma. Tanto la mancha producida por la enfermedad, en forma de ojo de perdiz, como la forma de la hoja de arroz, se asemejan en su forma a un rombo, por lo que su área se puede estimar mediante el área de dicha figura geométrica. Una vez se calculó el área ocupada por las manchas, las sumamos y el total obtenido lo dividimos por el área total de la hoja, obteniendo el porcentaje de área total afectada.

También calculamos el porcentaje de nudos, lígulas y cuellos de panícula afectados por la enfermedad. En ese caso se introduce una novedad en el cálculo de dichos porcentajes con respecto al año pasado. A partir de ahora, este porcentaje se calculará dividiendo el número de nudos/lígulas/cuellos afectados por la enfermedad entre,

R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir. Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004

respectivamente, el número total de nudos/lígulas/cuellos de las “plantas individuales” muestreadas.

Otra de las novedades incorporadas este año es la introducción de un nuevo término al que denominaremos **ÍNDICE DE ENFERMEDAD PONDERADO (I.E.P.)**. Se trata de un índice obtenido a partir de la media ponderada de los diferentes porcentajes obtenidos de área foliar, lígula, nudo y cuello de panícula afectados. Para su ponderación tuvimos en cuenta la repercusión que la enfermedad tiene sobre la producción final del cultivo, cuando el hongo atacaba a los diferentes órganos de la planta. Por ese motivo, otorgamos un valor máximo de 3 al cuello de la panícula, valores intermedios de 2 al nudo y la hoja y, por último, un valor mínimo de 1 a la lígula. Para aclarar este concepto a continuación exponemos un ejemplo de cómo se realizaría su cálculo:

Ejemplo:

% Área foliar afectada	% nudos afectados	% lígulas afectadas	% cuellos afectados
7,51%	22,53%	19,07%	18,04%

$$\text{I.E.P (\%)} = \frac{(7,51 \times 2) + (22,53 \times 2) + (19,07 \times 1) + (18,04 \times 3)}{2 + 2 + 1 + 3} = 16,65 \%$$

Este índice nos aporta una visión general del grado de ataque de *Pyricularia oryzae* sobre una determinada variedad de arroz (en los ensayos de incidencia y severidad), o tratamiento fungicida, (en los ensayos de eficacia de fungicidas) permitiéndonos clasificar a dicha variedad, o tratamiento, dentro de una escala de susceptibilidad al patógeno o bondad del tratamiento.

Por otro lado, para poder evaluar la eficacia de uno u otro fungicida, se hizo necesaria también la introducción de otros dos nuevos conceptos. Se distinguieron dos tipos de eficacias dependiendo del sentido biológico de cada una de ellas:

1) **E.R.I. (%)** (EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA INCIDENCIA): este índice se calcula en base a la incidencia de la enfermedad sufrida por la variedad de arroz, Thainato o Puntal, tratada con cada tipo de fungicida, tomando como referencia la incidencia obtenida en el testigo (sin tratamiento fungicida) como el 0% de eficacia (o máxima capacidad de infección). A continuación vemos un ejemplo de su cálculo:

**R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir.
Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004**

IncidenciaBIM = 18%
IncidenciaTESTIGO = 48,46%

(incidencia t stigo) (máxima capacidad de infección)

48,46% ————— 100%
18% ————— X

(incidencia BIM)

$X = 37,14\%$ (incidencia de BIM con respecto al testigo)

E.R.I.BIM(%) con respecto al testigo = $100\% - 37,14\% = 62,86\%$

2) **E.R.E. (%)** (EFICACIA EN LA REDUCCIÓN DE LA ENFERMEDAD): este índice se calcula en base al I.E.P. sufrido por la variedad de arroz, Thainato o Puntal, tratada con cada tipo de fungicida. Para ello, se toma como referencia el I.E.P. obtenido en el testigo (sin tratamiento fungicida) como el 0% de eficacia (o máxima capacidad de daños). A continuación vemos un ejemplo de su cálculo:

I.E.P.BIM = 1,61%
I.E.P.TESTIGO = 8,29%

(I.E.P. testigo) (máxima capacidad de enfermedad)

8,29% ————— 100%
1,61% ————— X

(I.E.P. BIM)

$X = 19,42\%$ (I.E.P. de BIM con respecto al testigo)

E.R.E.BIM(%) con respecto al testigo = $100\% - 19,42\% = 80,58\%$

Estos dos índices (E.R.I., E.R.E.) nos aportan información acerca de la bondad de los diferentes tratamientos. Cuanto mayor sea el valor de estos índices, más efectivo se considera el tratamiento en las condiciones del ensayo.

Por otro lado, se tomaron datos del rendimiento en grano (producción (kg/ha) al 13,75% de humedad, para cada parcela elemental), porcentaje de granos vacíos (en peso), peso de los 1000 granos y del rendimiento industrial (enteros y total).

Para la comparación de medias, desde un punto de vista estadístico, se calculó la mínima diferencia significativa (m.d.s.) al 95%. La mínima diferencia significativa (95%) establece la mínima diferencia que ha de existir entre los valores de un determinado

**R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir.
Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004**

carácter de dos variedades a fin de que estadísticamente podamos considerarlas diferentes, para dicho carácter, con un margen de confianza del 95%. Dos variedades que difieran en menos de la diferencia significativa se consideran similares, atribuyéndose al azar o a factores incontrolados en el ensayo las diferencias que pudieran existir entre ambas.

El coeficiente de variación se expresa en porcentaje y es una medida de la precisión del ensayo y, por tanto, de la fiabilidad de los resultados. Valores bajos de este coeficiente, como los obtenidos en nuestros experimentos, indican alta fiabilidad.

**R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir.
Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004**

RESULTADOS

a) Tolerancia varietal.

En la Tabla 1 se expresan los datos obtenidos de incidencia y severidad según las partes de la planta considerada, así como el Índice de Enfermedad Ponderada alcanzado en las diferentes variedades (R.A.E.A. 2001-2003).

Tabla 1: Incidencia y severidad causada por *Pyricularia oryzae* sobre una colección de variedades de arroz ensayadas en la Finca Casudis (Puebla del Río). Años 2001, 2002, 2003.

Variedad	Incidencia (%)	Área foliar afectada (%)	Nudos afectados (%)	Cuello panic. (%)	Ligulas afectadas (%)	I.E.P. (%)
Baixet	97.4	26.6	27.8	68.4	26.5	37.8
Maratelli	98.9	11.3	32.9	64	27.6	34.2
Thainato	89.8	13.3	21.9	83.8	25.2	38.6
Galatxo	82.1	13.7	21.5	76.6	22.2	35.8
Hispagrán	74.4	12.9	20.3	59.9	21.5	29.7
Cifa	69.6	10.3	19.2	57.2	20.7	27.9
Susi	66.1	11.7	20.4	58	16.9	28.3
H170504	67.7	11.2	21	53.2	19.8	27.1
Hidalgo	61.9	9.5	18.7	50.3	28.3	26.2
Jacinto	52.9	10.7	14.7	48.4	20.1	24
Fonsa	50.5	4.7	18.8	47	15.2	22.6
Arboreo	48.3	7.5	15	41.1	15.8	20.4
Puntal	51.5	5.6	12.6	33	26.7	18
Thaibonnet	48.2	6.4	12.6	41.6	13.9	19.6
Susan	45.7	5.4	16.2	39.3	10.8	19.1
Puebla	43.4	3.1	15.7	28.7	15.2	15.4
Maso	45.8	5.3	7.6	43.1	11.1	18.5
Marisma	32.2	1.5	10.9	27.3	8.3	12.7
Juan Sendra	26.5	0.9	7.1	20.3	8	9.4
Ullal	32.6	1.2	7.2	16.9	3.8	7.9
Senia	25.7	1.3	4.5	10.9	4.6	5.4

En la tabla 2 se representa la evolución del porcentaje de plantas afectadas por la enfermedad en el 2004. Cabe destacar, como la variedad Baixet y Maratelli reconocidas por su elevada susceptibilidad se comportan desde un principio (18 de Agosto) con un porcentaje de plantas afectadas por la enfermedad significativamente mayor que el resto de las variedades. Analizando la incidencia de la enfermedad al final del ciclo (24/09/04) y comparándola con los años anteriores (Tabla 1) podemos decir que por 4º año consecutivo las variedades utilizadas presentan un comportamiento similar. Los híbridos (marcadas con asteriscos) presentan una susceptibilidad comprendida entre el 20-30% de plantas afectadas. Como se puede observar los valores alcan-

R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir. Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004

zados en este primer año suelen ser algo inferior a la media obtenida por la mayoría de las variedades. Consideramos de interés repetir estos ensayos en años siguientes para obtener unos resultados más fiables.

Tabla 2: Evolución de la incidencia de la enfermedad ocasionada por *P. oryzae* sobre 19 variedades de arroz y 6 híbridos sembrados en las Marismas del Guadalquivir. Casudis, 2004.

VARIEDAD	Fecha de muestreo, Incidencia (%)					
	18-8-04 (71 dds) INCIDENCIA (%)	27-8-04 (80 dds) INCIDENCIA (%)	3-9-04 (87 dds) INCIDENCIA (%)	7-9-04 (91 dds) INCIDENCIA (%)	14-9-04 (98 dds) INCIDENCIA (%)	24-9-04 (108 dds) INCIDENCIA (%)
Baixet	39,7	68	82,3	98,3	100	100
Maratelli	30,7	40,3	51	59,3	85,3	98,8
Thainato	2,7	7,7	11	16	39,3	60,8
Galatxo	10,7	20	31	36,7	46,8	59,8
Hispagrán	0,7	3,7	5,7	17,3	31,8	54,8
Susi	3,3	8,7	15	17,7	26	48,3
Cifa	3,3	6,3	8	11,7	29,8	45
Jacinto	3,3	7,7	14,7	17,7	25	40,8
Fonsa	0	2,3	6	9,3	25,8	40,8
Calamón	8,7	12,3	13,7	19	26,3	35,3
Thaibonnet	0,3	3	7,7	10,7	20,8	35
Puntal	0,7	3,3	6,3	10,7	20	34
Susan	0,7	2,3	3,3	19,7	25	32,3
H170504	1,3	5,7	7	10,3	23	31,3
SYCR-86*	5	11,3	15	17,7	22	31,3
SYCR-85*	0,7	3	7	11,3	18,8	30
Maso	0,3	2,7	15	19	23,8	28
SYCR-89*	1,3	6,7	6,7	8,7	12,3	27,8
Puebla	0,3	3,7	4,6	7	16,8	25,3
SYCR-73*	0	1	2	10	19,3	25
Marisma	0,3	3,3	4,7	11	18,8	25
SYCR-90*	0,3	0,3	3	10,3	15,3	24,3
Ullal	1	5	5	12,7	15,3	24
SYCR-72*	0	0	6,3	8,3	13	24
Juan Sendra	0	0	2,3	9,7	15,3	22,8
MEDIA	4,6	9,1	13,3	19,2	28,5	40,1
C.V. (%)	26,2	10,9	5,6	6,7	2,7	3,9
MDS(95%)	3,5	2,6	1,7	2,7	1,4	2,5

dds: días después de la siembra.

R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir. Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004

Las variedades Cifa, Susi y Calamón han sido obtenidas por nuestro Dpto. de Investigación, y han sido enviadas al Registro para ser sometidas a los Ensayos preceptivos. Se caracterizan por su alto rendimiento y longitud de grano.

B) Influencia de las condiciones ambientales en el desarrollo de la enfermedad

Las conidias de *P. oryzae* fueron capturadas desde mediados de julio hasta la finalización del ciclo del cultivo. La temperatura media (TM), humedad relativa (HR) y número medio de conidias capturadas por cm² se representan en las Fig. 1 y 2. En dichas figuras se pueden observar dos incrementos de humedad relativa a lo largo del ciclo del cultivo, ocasionados por la presencia de vientos dominantes del sudoeste, húmedos y fríos por su procedencia Atlántica. Estos incrementos de HR, unidos al descenso de temperatura media alcanzado a partir de mediados de Agosto, favorecieron la aparición de rocío y nieblas, propicias para la infección del patógeno. Teniendo en cuenta que los primeros síntomas en hoja aparecieron a últimos de julio, cuando el cultivo se encontraba en estado fenológico de ahijado medio, podemos pensar que dicha infección primaria, junto con las condiciones meteorológicas favorables, fueron las causantes del incremento de esporas en el aire y de su propagación en el tiempo.

En la figura 1b (año 2002) se puede observar una parte bien diferenciada que se caracteriza por un periodo (4/08/02 – 10/08/02) en el que existe un incremento de HR, llegando a alcanzarse niveles superiores al 95%. Durante ese mismo periodo las TM alcanzadas en ambos años rondan los 27°C. Dichos valores de humedad relativa y temperatura media han favorecido considerablemente la liberación de conidias (Fig., 1a), obteniéndose valores de conidias, capturados en el aire, superiores a 0,7 conidias/cm². El número de esporas decreció con el tiempo alcanzando un segundo máximo, con aproximadamente 0,3 conidias/cm², en la última quincena de septiembre, encontrándose el cultivo del arroz entre el 80-90% de espigado, bajo nuestras condiciones de ensayo.

En el año 2003 (Fig. 2) el nivel máximo de conidias capturadas del aire fue de 0,8 conidias/cm², alcanzado entre el 20 y el 25 de Agosto, período al que se anticipó un incremento de humedad relativa hasta el 95% y una temperatura media de 26°C. Al igual que lo ocurrido en el 2002, el número de esporas decreció con el tiempo alcanzando un segundo máximo con 0,5 conidias/cm², entre el 25 y 30 de Septiembre, período al que se anticiparon condiciones óptimas para ocasionar la infección. Estos niveles de esporas fueron los que, junto a condiciones climatológicas favorables, hicieron posible que a principio de octubre, cuando el arroz se encontraba en el inicio del llenado de los granos, se alcanzara la máxima sintomatología ocasionada por *P. oryzae*, produciendo lesiones en diversas zonas de la parte aérea de la planta.

R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir. Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004

Las lesiones sobre hojas, las aurículas y ligulas suministran conidias para la infección de la panícula. Por otro lado, se observó que durante el espigado hay un rápido incremento de conidias.

Figura 1a: Evolución del número de conidias de *P. oryzae* capturadas/cm² (Sartenejales, 2002).

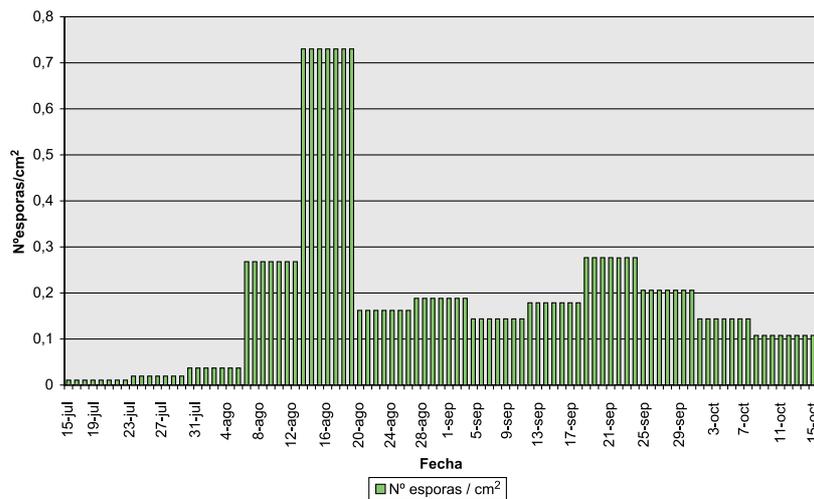
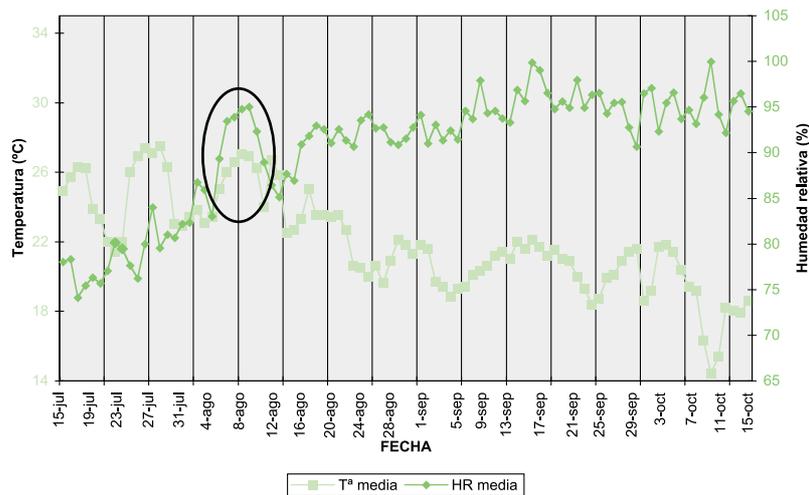


Figura 1b: Evolución de la temperatura y humedad relativa media a lo largo del tiempo (Sartenejales, 2002).



R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir.
Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004

Figura 2 a: Evolución del número de conidias de *P. oryzae* capturadas/cm² (Sartenejales, 2003).

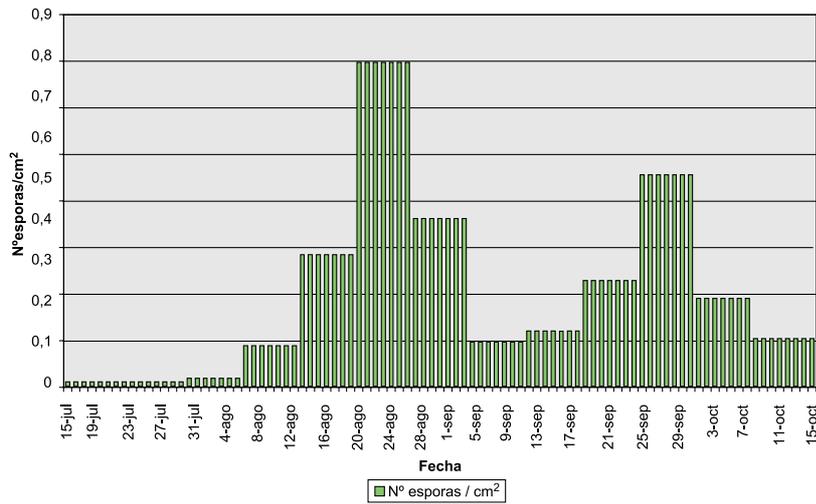
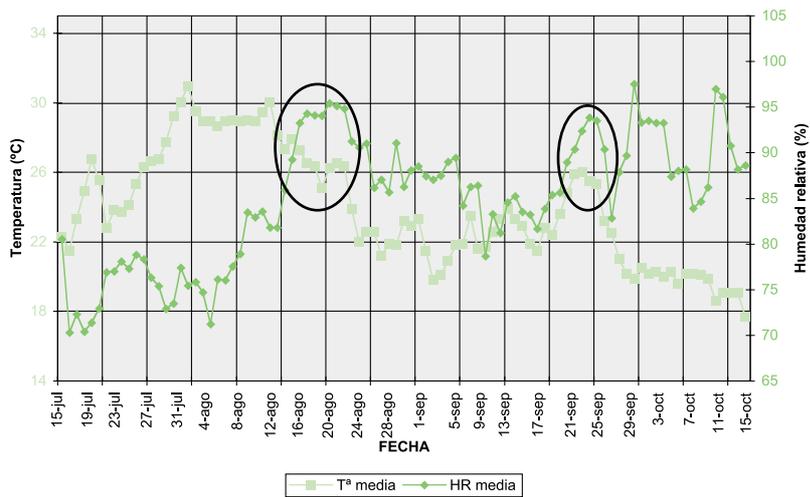


Figura 2b: Evolución de la temperatura y humedad relativa media (Sartenejales, 2003).



R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir. Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004

Podemos decir que existe una estrecha relación entre las condiciones climatológicas y el número de esporas de *P. oryzae* capturadas del aire, así como, entre el contenido de conidias en aire y el desarrollo de la enfermedad ocasionada por el patógeno. Este hecho muestra que bajo las condiciones de nuestros ensayos, el uso de colectores de esporas con portaobjetos colocados horizontalmente para capturar conidias de *P. oryzae* puede ser útil para llevar a cabo estudios de epidemiología. Mediante este tipo de trampa, la deposición de las esporas tiene lugar por sedimentación y por impactación.

C) Eficacia de fungicidas: El comportamiento de las aplicaciones aéreas de los fungicidas sobre el número de plantas de la variedad Puntal (La Abundancia), infectadas por *P. oryzae*, se pone de manifiesto en las figuras 1a. Se observa que existen diferencias significativas entre el comportamiento de todos los fungicidas con respecto al testigo, en cada fecha de muestreo. Por ejemplo, bajo las condiciones de nuestro ensayo y para la campaña del 2004, el tratamiento con Bim es el que más ayuda a reducir el número de plantas afectadas por *P. oryzae* seguido del tratamiento con Punch, Kasumin, Folicur y Octagón E. La evolución de la incidencia de la enfermedad sobre la variedad Thainato(Casudis) infectadas por *Pyricularia* se representa en la figura 2a. Se observó que, con respecto a la incidencia de la enfermedad, existían diferencias significativas entre los valores obtenidos en el muestreo del 20 de Agosto. No podemos decir lo mismo en el muestreo del 7 de Septiembre donde no se observan diferencias significativas entre Folicur y Punch, ni entre Kasumín ni Octagón E, pero sí entre estos dos grupos y entre ellos con respecto al Bim y al testigo.

En general, y teniendo en cuenta los resultados del 2003 (R.A.E.A. 2001 - 2003) y 2004, podemos decir que el fungicida Bim fue el que dio lugar a un menor porcentaje de plantas afectadas por el patógeno tanto en la variedad Thainato como en Puntal.

Figura 1-a. Evolución de la incidencia de la enfermedad tras la aplicación fungicida. La Abundancia. Año 2004

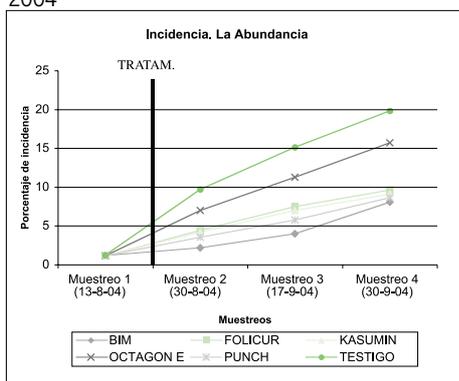
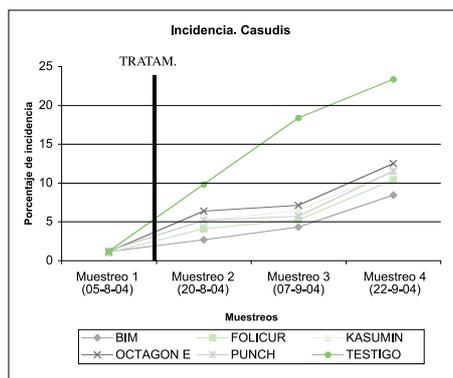


Figura 2-a. Evolución de la incidencia de la enfermedad tras la aplicación fungicida. Casudis. Año 2004



R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir. Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004

El comportamiento de los fungicidas respecto a la reducción de la severidad de la enfermedad se representa en las figuras 1b-e y 2-b-e. En términos generales, podemos decir que todos los fungicidas reducen en mayor o menor parte los síntomas de la enfermedad.

En la parcela de La Abundancia los fungicidas se comportan con una tendencia similar a la hora de reducir los síntomas de la enfermedad, independientemente de la parte de la planta afectada. Es decir, se originó una mayor reducción de la severidad cuando se aplicó Bim.

En la parcela de Casudis, el fungicida Bim sigue una tendencia similar a la obtenida sobre la variedad Puntal en el ensayo de la finca de La Abundancia. Parece ser que el tratamiento con Octagón E se comporta con una mayor eficacia a la hora de reducir los síntomas sobre la variedad Thainato (Casudis) que sobre Puntal (La Abundancia).

Figura 1-b. Evolución del porcentaje de área foliar afectada por la enfermedad tras la aplicación fungicida. La Abundancia. Año 2004

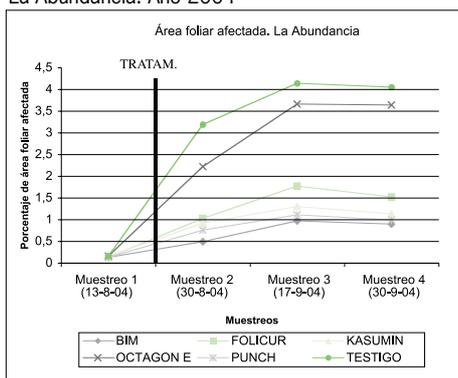


Figura 2-b. Evolución del porcentaje de área foliar afectada por la enfermedad tras la aplicación fungicida. Casudis. Año 2004

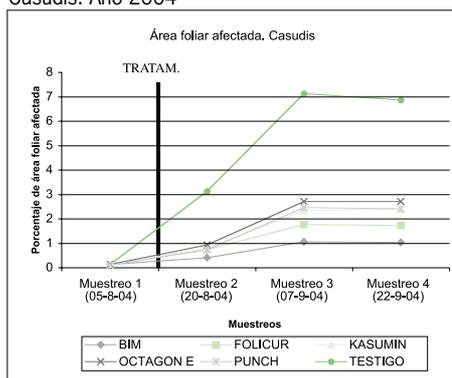


Figura 1-c. Evolución del porcentaje de nudos afectados por la enfermedad tras la aplicación fungicida. La Abundancia. Año 2004

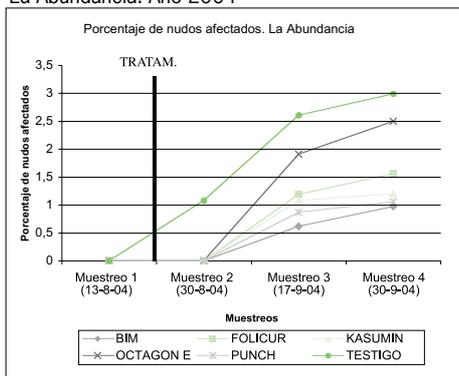
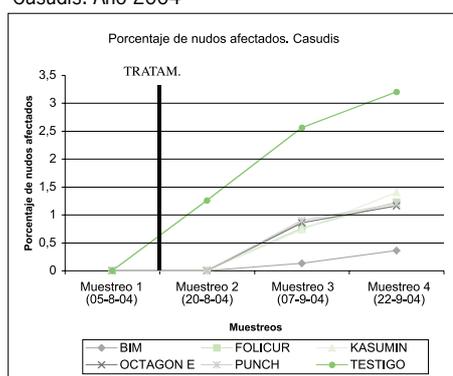


Figura 2-c. Evolución del porcentaje de nudos afectados por la enfermedad tras la aplicación fungicida. Casudis. Año 2004



R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir. Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004

Figura 1-d. Evolución del porcentaje de cuellos afectados por la enfermedad tras la aplicación fungicida. La Abundancia. Año 2004

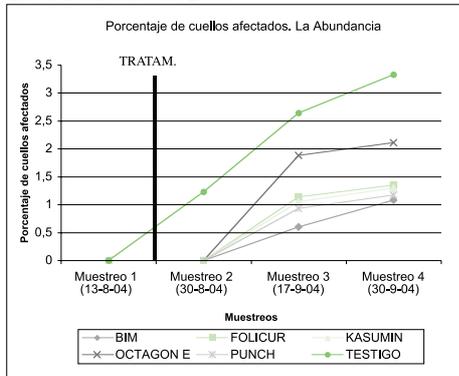


Figura 2-d. Evolución del porcentaje de cuellos afectados por la enfermedad tras la aplicación fungicida. Casudis. Año 2004

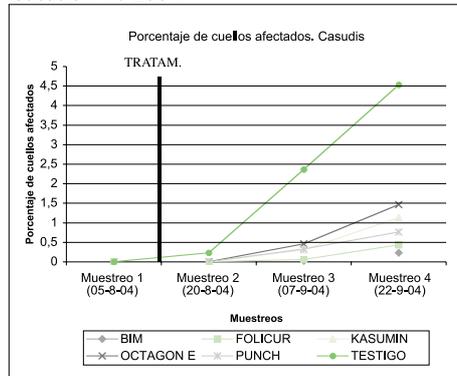


Figura 1-e. Evolución del porcentaje de lígulas afectadas por la enfermedad tras la aplicación fungicida. La Abundancia. Año 2004

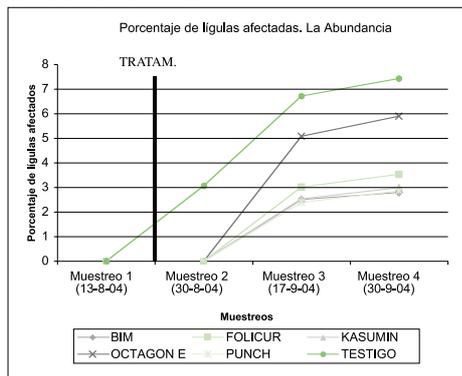
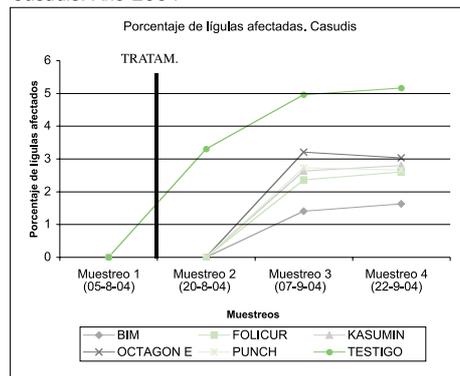


Figura 2-e. Evolución del porcentaje de lígulas afectadas por la enfermedad tras la aplicación fungicida. Casudis. Año 2004



En términos generales, los tratamientos con Octagón E son los que realizan una menor reducción de los síntomas. En La Abundancia, dicho fungicida ejerce un menor control de la enfermedad que en Casudis.

La eficacia de los tratamientos fungicidas en cuanto a la reducción de la enfermedad (IEP, ERI y ERE) y la producción se pone de manifiesto en las tablas 3 y 4.

**R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir.
Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004**

Tabla 3.- Eficacia de los tratamientos fungicidas y producción de la variedad Puntal. La Abundancia 2004.

TRATAMIENTO	PESO 1000 GRANOS (g)	IEP (%)	ERI (%)	ERE (%)	PRODUCCIÓN Kg/ha 13,75% humedad
BIM	22,3A	1,1	59,4	69,1	10.334A
PUNCH	21,68B	1,2	56,5	66,8	10.035B
KASUMIN	21C	1,3	54,1	63,4	9.973BC
FOLICUR	21,9AB	1,5	51,3	56,6	9.919BCD
OCTAGÓN E	21,7AB	2,7	20,7	22,3	9.745CD
TESTIGO	20,6C	3,5	0	0	9.733D
MEDIA	21,5				9.914
C.V. (%)	1,5				1,6
MDS (95%)	0,6				288,3

Con relación al peso de los 1000 granos cabe destacar, en la localidad de La Abundancia (Tabla 3), el valor obtenido por el tratamiento de Bim. Dicho valor es significativamente superior al alcanzado por el resto de los tratamientos y es reflejo del bajo índice enfermedad ponderada observada en la variedad Puntal, además de la mayor eficacia a la hora de reducir la incidencia (ERI= 59,38%) y de la severidad (ERE= 69,14%). Lo anteriormente expuesto podría justificar el que se obtuviera una producción significativamente superior (10,334 kg/ha) a la del resto de los tratamientos.

Con respecto a la eficacia de los tratamientos sobre la variedad Thainato en la Finca Casudis (Tabla 4) se observa un comportamiento similar al obtenido sobre la variedad Puntal (La Abundancia). Es decir, el tratamiento con Bim dio lugar a un valor del IEP (0,6%) inferior respecto al resto de tratamientos, coincidiendo a su vez con los valores más elevados de ERI (63,9%) y ERE (87%). Por el contrario, estos valores de eficacia en la reducción de la incidencia y severidad no coinciden con la mejor producción obtenida con el tratamiento de Bim. Una posible explicación a de este comportamiento puede ser que dicho fungicida es específico para el control de *Pyricularia oryzae*, y en esta campaña, sobre la variedad Thainato hubo una severa infección de *Helminthosporium* spp. (*Bipolaris*), la cual ha podido ser mitigada por cualquiera de los otros tratamientos más genéricos, como son Folicur y Punch, que controlan también la helmintosporiosis.

Respecto a los valores obtenidos de rendimiento total y enteros no existieron diferencias significativas entre los tratamientos fungicidas en ambas localidades.

R.A.E.A. Comportamiento de *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir. Eficacia Fungicida frente al Patógeno. Campaña 2004

Tabla 4.- Eficacia de los tratamientos fungicidas y producción de la variedad Thainato. Casudis 2004

TRATAMIENTO	PESO 1000 GRANOS (g)	IEP (%)	ERI (%)	ERE (%)	PRODUCCIÓN Kg/ha 13,75% humedad
FOLICUR	29,9	1,1	55,4	74,7	6.897A
PUNCH	29,1	1,3	50,8	68,9	6.862A
BIM	29,3	0,6	63,9	87	6.679AB
KASUMIN	29,2	1,5	50,9	64,5	6.492AB
OCTAGÓN E	29,2	1,7	46,5	61	6.166BC
TESTIGO	28,7	4,3	0	0	5.803C
MEDIA	29,3				6.483
C.V. (%)	1,2				4,4
MDS (95%)	N.S.				516,1

Para finalizar, debemos hacer constar que:

- 1) En ambas campañas, 2003 (R.A.E.A. 2001 - 2003) - 2004, se observa que todos los tratamientos fungicidas reducen la incidencia y la severidad en relación con el testigo.
- 2) En la campaña 2004 se apreció un mejor comportamiento de Bim, tanto en la reducción de síntomas de la enfermedad como en un ligero incremento de la producción, en relación al resto de los tratamientos ensayados. Sin embargo, esto podría justificar que en la campaña 2003 (R.A.E.A. 2001 - 2003) no se encontraron diferencias significativas en cuanto a los rendimientos en grano obtenidos entre los diferentes fungicidas utilizados.

Es necesario resaltar que estos resultados han sido obtenidos en una parcela determinada, con prácticas culturales específicas, condiciones climáticas y de infestación del patógeno propias de las campañas 2003 y 2004 e incluyendo un único tratamiento fungicida contra *P. oryzae*, en el estado fenológico de inicio de espigado.

- 3) Por todo lo anteriormente expuesto, se considera necesario continuar con este tipo de ensayos a fin de conseguir una información más precisa sobre la eficacia de los diferentes tratamientos fungicidas empleados en la zona arroceras de las Marismas del Guadalquivir.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo quieren mostrar su agradecimiento a los agricultores colaboradores, D. Jesús Candel López de Sá (Hisparroz) y D. José Manuel García Cano (El Sapillo, S. L.), por facilitar el uso de la Finca Sartenejales y La Abundancia, respectivamente, para la realización de estas investigaciones.

