

# Eficacia del azoxystrobin y diferentes triazoles en el control en campo de las principales enfermedades fúngicas del arroz en Cuba

## Efficacy of azoxystrobin and triazole fungicides in the control of fungal diseases of rice in Cuba

Luis Pérez-Vicente<sup>1</sup>, Vladimir Cordero<sup>2</sup>, Leonila Fabret -Leal<sup>2</sup>.

1. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Ministerio de Agricultura. Gaveta 634,11300, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba.

2. Instituto de Investigaciones del Arroz. Autopista Novia del mediodía km16, Bauta, CP131.0.6635, Apto. 1, La Habana, Cuba.

E-mail: lperezvicente@sanidadvegetal.cu

**RESUMEN.** Se estudió la eficacia de nuevos fungicidas, dosis y dos momentos diferentes de tratamiento en el control del tizón foliar, la pudrición del nudo y del cuello de las espigas por *Magnaporthe grisea*, y de *Rhizoctonia solani*, *Gerlachia oryzae*, *Sarocladium oryzae* y *Sphaerulina oryzina* en un experimento situado en la Granja Caribe en el CAI arrocero de Los Palacios, para lo que se utilizó un diseño factorial en bloques al azar con cuatro repeticiones. Los mejores resultados en el control de *M. grisea* se obtuvieron con azoxystrobin (120 g ia./ha), tebuconazol + triadimenol (110 + 37,5 g ia./ha) y pyroquilon + propiconazol (125 + 125 g ia./ha) en tratamientos a la aparición de la enfermedad y posteriormente durante el 10 % y 50 % de la paniculación en el campo. Los fungicidas iprofenphos y edifenphos brindaron baja eficacia en el control de *M. grisea*. El mejor control sobre *R. solani* fue obtenido con el azoxystrobin (120 g ia./ha) y la mezcla de edifenphos + hexaconazol a 500 + 50 g ia./ha. El triadimenol + tebuconazol a la dosis de 112,5 + 37,5 g ia./ha y el azoxystrobin a 120 g ia./ha, mostraron la mayor eficacia en el control de *Gerlachia oryzae* sin diferencias entre ellos. Los rendimientos estuvieron correlacionados con la incidencia de *M. grisea* en hojas y nudos y de escaldadura en las hojas. Los mayores rendimientos fueron obtenidos con azoxystrobin y tebuconazol + triadimenol a las dosis utilizadas.

**Palabras clave:** Enfermedades fúngicas del arroz, estrobilurinas, triazoles, fosfotiolatos.

**ABSTRACT.** The efficacy of new fungicides, rates and timing of treatments on the control of leaf blight and neck rot by *Magnaporthe grisea*, sheath blight by *Rhizoctonia solani*, leaf scald by *Gerlachia oryzae*, sheath rot by *Sarocladium oryzae* and brown stripe of the leaf by *Sphaerulina oryzina* was study in an experiment at the Caribe farm in the rice production CAI Los Palacios using a factorial in randomized blocks design with four repetitions. The best results in the control of *M. grisea* were obtained with azoxystrobin (120 g ia./ha), tebuconazole + triadimenol (110 + 37.5 g ia./ha) and pyroquilon + propiconazole (125 + 125 g ia./ha) in treatments at disease onset in the leaves and at 10 and 50 % of panicle development in the field. The fungicides iprofenphos and edifenphos showed a low efficacy in the control of leaf blight and neck rot by *M. grisea*. The best control of *R. solani* were achieved by azoxystrobin (120 g ia./ha) and the mixture of edifenphos + hexaconazole at 500+50 g ia./ha. Tebuconazole + triadimenol at the rate of 112.5 + 37.5 g ia./ha and azoxystrobin at 120 g ia./ha, shown the best efficacy in the control of leaf scald by *Gerlachia oryzae* without differenc among them. The yields of the plots were correlated with the incidence of leaf blight and neck rot by *M. grisea* and leaf scald. The best yields were obtained with azoxystrobin and tebuconazole + triadimenol at the used rates.

**Key words:** Rice disease control, strobilurine, triazole, phosphotiolates.

## INTRODUCCIÓN

En Cuba se cultivan alrededor de 100,000 ha de arroz para consumo de la población. Las enfermedades del arroz constituyen uno de los principales factores de disminución de los

rendimientos del cultivo. Entre las principales enfermedades causadas por hongos que inciden en el cultivo del arroz en Cuba se encuentran el tizón de las posturas y la pudrición del cuello de la espiga por *Pyricularia grisea* (Cooke) Saccardo [telomorfo *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr]; el tizón de la vaina del arroz causado por *Rhizoctonia solani* Kühn [telomorfo, *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk], la escaldadura de la hoja por *Gerlachia oryzae* (Hashioka & Yokogi) W.Gams [telomorfo *Monographella albescens* (Thümen) Parkinson, Sivanesan & C.Booth]; la mancha parda de la hoja y el manchado del grano por *Bipolaris oryzae* [telomorfo *Cochliobolus miyabeanus* (Ito & Kurib.) Drechsler ex Dastur], la pudrición de la vaina del arroz por *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams & D. Hawksw, asociado al ácaro *Spigotarsonemus spinki* de más reciente aparición en Cuba y la mancha parda lineal por *Cercospora janseana* (Racib.) Constant (telomorfo *Sphaerulina oryzina* Hara; sinónimo *C. oryzae* I. Miyake).

En el CAI Los Palacios en la provincia de Pinar del Río, los mayores limitantes de los rendimientos, además de la fertilidad de los suelos, son el tizón foliar y la pudrición del cuello de las espigas por *M. grisea*, así como la mancha parda de las hojas y granos por *B. oryzae*. Ambos hongos están listados entre las especies fitopatógenas resistentes a fungicidas. (FRAC, 2006)

Los fungicidas edifenphos, iprobenphos (derivados de fosfotiolatos), blastidicin + acetato de fentín y el antibiótico kasugamicin más frecuentemente utilizados en Cuba para el control de *M. grisea* y *B. oryzae* mediante tratamientos foliares, se estudiaron e introdujeron para su uso en la producción arroceras en la década de los setentas (Centro Nacional Fitosanitario, 1975). A mediados de los ochentas, se introdujo el fungicida sistémico isoprothiolane que aunque perteneciente a la familia química de los ditiolanos, su mecanismo de acción bioquímico se basa al igual que en los casos del edifenphos y el iprobenphos, en el bloqueo de la formación de fosfatidilcolina que es un componente importante de la membrana celular (Kodama *et al.*, 1981; Kaars Sijpesteijn, 1982; FRAC, 2007). Por este motivo, pueden ser considerados

productos de acción monositio, existiendo informes de resistencia cruzada entre ellos en *M. grisea* (Katagiri y Uesugi, 1977; Katagiri *et al.*, 1980; Pérez y Hernández, 2001; FRAC, 2006). Con estos tres productos se había venido tratando en las arroceras de Cuba en los últimos veinte años, por lo que se seleccionaron poblaciones del hongo con resistencia o baja sensibilidad a los mismos. (Pérez y Hernández, 2001)

Los fungicidas derivados de estrobilurinas (inhibidores del transporte de electrones a nivel del citocromo bc1 en las mitocondrias; Earley, 2007; Sauter, 2007); los triazoles (inhibidores de la demetilación del eburicol que es el sustrato de la enzima C<sub>14</sub> a demetilasa del citocromo P450 en la ruta metabólica de la síntesis de ergosterol en la membrana (Gisi *et al.*, 2000; Kuck and Vors, 2007), y el piroquilón derivado de pyrroloquinolinona (inhibidor de la síntesis de melanina en la pared celular; Schindler *et al.*, 2007), son productos sistémicos apropiados para tratamientos foliares y a las semillas y han sido informados como eficaces para el control de *P. grisea*, *R. solani*, *Sarocladium oryzae*, y el complejo de hongos de la mancha del grano del arroz (Caltwright *et al.*, 2008; Wrather *et al.*, 2008). Estos poseen nuevos mecanismos de acción a nivel bioquímico (Kuck y Gisi, 2007), no utilizados anteriormente en el control de enfermedades del arroz en Cuba.

El objetivo del estudio fue determinar la eficacia y momento idóneo de los tratamientos con los fungicidas derivados de estrobilurinas y triazoles para el control de las principales enfermedades del arroz en las condiciones de Cuba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Diseño:** El ensayo fue realizado en la Granja Caribe del CAI Los Palacios con la variedad J-104. Se utilizó un diseño factorial en bloques al azar con cuatro repeticiones. Se utilizaron parcelas de 5 m<sup>2</sup> con un área de cosecha de 3 m<sup>2</sup>. Las semillas germinaron 7 días después de la siembra. La primera aparición de *M. grisea* fue observada a los 9 días posteriores a la germinación.

**Tratamientos:** Para los tratamientos se utilizó una

mochila con boquillas de cono. Se realizaron un total de tres tratamientos en los momentos siguientes:

embuchamiento; tercer tratamiento 5 % de paniculación.

Primer tratamiento = se realizó al 5 % de área foliar atacada por *Magnaporthe grisea*.

- Momento B = segundo tratamiento al 10 % de paniculación; tercer tratamiento al 50 % de paniculación.

Segundo y tercer tratamientos:

- Momento A = segundo tratamiento al

Los productos y dosis utilizados aparecen a continuación:

No.	Productos	Ingrediente activo	Dosis g ia./ha	Momentos
1	Amistar 250 SC	azoxystrobin 25 %	120	A
2	Amistar 250 SC	azoxystrobin 25 %	120	B
3	Silvacur combi 300 EC	tebuconazol 22.5 % + triadimenol 7.5 %	112,5 + 37,5	A
4	Silvacur combi 300 EC	tebuconazol 22.5 % + triadimenol 7.5 %	112,5 + 37,5	B
5	Tifón 50 % EC	piroquilón 25 % + propiconazol 25 %	125 + 125	A
6	Tifón 50 % EC	piroquilón 12.5 % + propiconazol 12.5	125 + 125	B
7	Anvil 25 % EC	hexaconazol 25 %	125	A
8	Anvil 25 % EC	hexaconazol 25 %	125	B
9	Hinosan 50 % EC + Anvil 25 % EC	edifenphos 50 % + hexaconazol 25 %	500 + 50	A
10	Hinosan 50 % EC + Anvil 25 % EC	edifenphos 50 % + hexaconazol 25 %	500 + 50	B
11	Kitazin 48 % EC + Anvil 25 % EC	iprobentfos 48 % + hexaconazol 25 %	480 + 50	A
12	Kitazin 48 % EC + Anvil 25 % EC	iprobentfos 48 % + hexaconazol 25 %	480 + 50	B
13	Kitazin 48 % EC	iprobentfos 48 %	480	A
14	Kitazin 48 % EC	iprobentfos 48 %	480	B
15	Testigo no tratado	-	-	

### Evaluaciones:

Las evaluaciones del desarrollo de las enfermedades se realizaron mediante el procedimiento siguiente:

escaldadura de la hoja por *Gerlachia oryzae* y la mancha parda lineal por *Cercospora janseana* según el por ciento de tallos afectados antes de la cosecha.

- Tizón foliar por *Magnaporthe grisea*: a los 30 días del 1<sup>er</sup>. Tratamiento, según la Escala Internacional de Severidad del IRRI (CIAT, 1983; tabla 1). Se calculó el índice de infección utilizando la fórmula  $I\% = S [a.n/(n-1)N].100$  (Mc Kinney, 1929; Townsend y Heuberguer, 1942).

- Se evaluaron 50 tallos por parcela.

- *Pyricularia* del cuello y nudo de las espigas; tizón de la vaina por *Rhizoctonia solani*; pudrición de la vaina por *Sarocladium oryzae*;

- Se determinaron las etapas fenológicas del desarrollo de las plantas según la escala de BBCH para decidir los momentos de los tratamientos (Stauss, 1994).

- A la cosecha se pesó el rendimiento de cada parcela.

**Tabla 1. Escala de evaluación del ataque de *Magnaporthe grisea* en las panículas (CIAT, 1983)**

Escala *	Descripción	Granos afectados (%)	Valor ponderado
0	Sin lesiones	0	0
1	Lesión solamente en una rama secundaria o en pocas espículas.	1	1
2	Lesión en pocas espículas y ramas secundarias	1-3	2
3	Lesión en algunas ramas secundarias o en ramas primarias	4-10	5
4	Infección en ramas primarias	11-20	10
5	Infección parcial en la base de la panícula	21-30	20
6	Infección total o parcial en la base de la panícula o en el eje	30-50	40
7	Infección parcial o total en la base de la panícula o en el eje	51-75	60
8	Infección parcial en la base de la panícula o en el eje	76-95	80
9	Infección total en la base de la panícula o en el entrenudo superior. La panícula frecuentemente se parte en punto de infección	95	100

**Análisis estadísticos:**

- Los datos de porcentajes fueron transformados a  $\arcsen\sqrt{\%}$

- Se realizaron análisis de varianza y un test de comparación de medias según el test de Neuman-Keuls.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En las tablas 2, 3 y 4 aparecen, respectivamente, las medias del desarrollo de las enfermedades por producto, las medias de la interacción de productos por momento de tratamiento y las medias de los momentos de tratamiento.

**Tabla 2. Eficacia de diferentes fungicidas en el control de las principales enfermedades del arroz. Medias por productos**

No.	Producto	g ia/ha	II foliar a los 30 d.d.t. *	Frecuencia de tallos atacados a la cosecha				
			<i>M. grisea</i> (%)	<i>M. grisea</i> (%)	<i>R. solani</i> ( $\arcsen\sqrt{\%}$ )	<i>G. oryzae</i> (%)	<i>S. oryzae</i> ( $\arcsen\sqrt{\%}$ )	<i>C. janseana</i> (%)
1	Azoxystrobin	120	4,47 c**	18,0	0,40 c	4,75 a	0,15 b	5,50 a
2	Tebuconazol + triadimenol	112,5 + 37,5	4,08 c	26,8	0,93 ab	3,00 a	0,16 b	4,75 a
3	Piroquilón + propiconazol	125 + 125	4,31 c	28,8	0,80 ab	6,00 a	0,31 ab	3,75 a
4	Hexaconazol	125	6,20 bc	42,3	0,95 ab	6,00 a	0,17 b	6,00 a
5	Edifenphos + hexaconazol	500 + 50	9,32 ab	39,8	0,61 bc	6,25 a	0,42 a	6,00 a
6	Iprobenphos + hexaconazol	480 + 50	11,23 ab	50,0	1,03 ab	7,50 a	0,35 ab	8,50 a
7	Iprobenphos	480	12,64 ab	57,5	1,11 a	9,75 a	0,32 ab	7,25 a
8	Testigo no tratado		19,87 a	67,0	1,13 a	13,00 a	0,47 a	16,00
C.V.			28,2%		36,0%	-		

\* = d.d.t.: días después del tratamiento.

\*\* = Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad de error, según test de Neuman-Keul.

En las tablas 2 y 3 aparecen las evaluaciones de la severidad del tizón foliar de las plántulas de arroz por *M. grisea* a los 30 días después del primer tratamiento realizado a partir de una distribución del 5 % del ataque en las

plantas. Los tratamientos redujeron significativamente el ataque del patógeno en las mismas. Los mejores efectos fueron obtenidos con el azoxystrobin, las mezclas de tebuconazol + triadimenol y de pyroquilón +

propiconazol y con el hexaconazol, sin diferencias entre estas variantes. Los productos edifenphos y el iprobenphos solos y en mezclas con hexaconazol a las dosis

indicadas, mostraron los niveles más altos de ataque de la enfermedad con diferencias significativas con los productos anteriormente mencionados.

**Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre la incidencia de diferentes enfermedades al momento de la cosecha. Interacción producto x momento de tratamiento**

No.	Productos	Dosis g/ha	Momentos	Frecuencia de tallos atacados a la cosecha				
				<i>M. grisea</i> (%)	<i>R. solani</i> (arcsen√%)	<i>G. oryzae</i> (arcsen√%)	<i>S. oryzae</i> (arcsen√%)	<i>C. janseana</i> (arcsen√%)
1	Azoxystrobin	120	a	22,0 cd *	5,5 c	5,0	1,5 f	4,5
2	Azoxystrobin	120	b	14,0 d	3,0 c	4,5	1,5 f	6,5
3	Tebuconazol + triadimenol	112,5 + 37,5	a	28,5 cd	21,0 ab	3,5	2,0 ef	6,0
4	Tebuconazol + triadimenol	112,5 + 37,5	b	25,0 d	16,0 ab	2,5	1,5 f	3,5
5	Piroquilón + propiconazol	125 + 125	a	30,5 cd	13,0 ab	6,0	1,0 f	4,0
6	Piroquilón + propiconazol	125 + 125	b	27,0 cd	23,0 ab	6,0	3,0 cde	3,5
7	Hexaconazol	125	a	45,0 abc	18,0 ab	6,5	1,0 f	8,5
8	Hexaconazol	125	b	39,5 abc	25,0 ab	5,5	3,0 cde	3,5
9	Edifenphos + hexaconazol	500 + 50	a	35,5 bcd	10,0 bc	7,0	2,5 cde	5,0
10	Edifenphos + hexaconazol	500 + 50	b	44,0 abc	12,5 bc	5,5	8,0 a	7,0
11	Iprobenphos + hexaconazol	480 + 50	a	50,5 ab	22,5 ab	6,0	3,0 cde	6,0
12	Iprobenphos + hexaconazol	480 + 50	b	49,5 ab	28,0 ab	9,0	5,5 abcd	11,0
13	Iprobenphos	480	a	53,0 ab	27,5 ab	11,5	1,0 f	7,5
14	Iprobenphos	480	b	62,0 ab	31,5 a	8,0	8,0 a	7,0
15	Testigo sin tratamiento.	-	-	67,0 a	33,0 a	13,0	7,0 a	16,0

\*: Medias con letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas según el test de Neuman-Keuls al 5 % de probabilidad de error.

Los mejores niveles absolutos de control de la pudrición del cuello de la espiga por *M. grisea* fueron obtenidos con el azoxystrobin, seguido del tebuconazol + triadimenol y del pyroquilón + propiconazol, sin diferencias significativas entre ellos. De forma diferente al caso del tizón foliar, el hexaconazol no resultó muy eficaz en el control de la pudrición del nudo y la espiga. Al igual que en el caso del tizón foliar, los productos edifenphos e iprobenphos solos y en mezcla con hexaconazol, brindaron una baja eficacia en el control del hongo en las espigas.

En la tabla 4, se aprecia que se obtuvo un efecto ligeramente mejor sobre el control de la pudrición del cuello y del nudo (aunque sin diferencias significativas entre sí) con los tratamientos realizados en el momento B (tratamientos al 10 % y 50 % de la paniculación).

Los resultados obtenidos con los tratamientos con edifenphos e iprobenphos mezclado con hexaconazol e iprobenphos sobre el desarrollo del tizón foliar y de la pudrición del cuello de las espigas, son coincidentes con los informes de Pérez y Hernández (2001), en relación con la pérdida de sensibilidad de *M. grisea* a ambos productos, encontrada en diferentes campos de la granja Caribe en Pinar del Río.

### El azoxystrobin

Los mejores valores de eficacia sobre el desarrollo del tizón de la vaina causado por *R. solani*, fueron obtenidos con el azoxystrobin sin diferencias significativas con la mezcla de edifenphos + hexaconazol (tabla 2). Estos tratamientos, fueron significativamente superiores al resto de las variantes. Los resultados del análisis de la interacción de

Tabla 4. Medias del desarrollo e incidencia de las enfermedades por momento de tratamiento

Momentos	Frecuencia de tallos atacados a la cosecha				
	<i>M. grisea</i> (%)	<i>R. solani</i> (%)	<i>G. oryzae</i> (%)	<i>S. oryzae</i> (arcsen $\sqrt{\%$ )	<i>C. janseana</i> (%)
A (segundo tratamiento al embuchamiento; tercer tratamiento 5% de paniculación).	37,85	16,78	6,50	1,71 a *	5,9 a
B (segundo tratamiento al 10% de paniculación; tercer tratamiento 50% de paniculación)	37,28	19,85	5,85	4,35 b	6,0 a

\*: Medias con letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas según el test de Neuman-Keuls al 5 % de probabilidad de error.

productos x momento (tabla 3) indican que el mejor nivel de eficacia se obtuvo de nuevo con el azoxystrobin a la dosis de 120 g ai./ha cuando el segundo y tercer tratamientos se realizaron al 10 % y 50 % de la emisión de la panícula. Sin embargo, si se analiza en la tabla 4 las medias del desarrollo del tizón de la vaina de los momentos de tratamiento para el conjunto de todos los productos, se aprecia una ligera superioridad en la eficacia con los tratamientos realizados más temprano, coincidentes con reportes de diferentes fuentes (Cartwright *et al.*, 2008; Wrather *et al.*, 2008).

La incidencia de la pudrición de la vaina por *Sarocladium oryzae* al igual que la de escaldadura por *G. oryzae*, no fue muy alta en el campo. En el caso de *Sarocladium oryzae*, el azoxystrobin, el tebuconazol + triadimenol y el hexaconazol, mostraron diferencias significativamente superiores con la parcela testigo sin tratamiento (tabla 2). Al analizar la interacción de productos x momentos de tratamiento, se determinaron los mejores efectos con el azoxystrobin, el tebuconazol + triadimenol, el hexaconazol y el pyroquilon + propiconazol en ambos momentos. En general, los tratamientos con estrobilurinas y triazoles mostraron una buena eficacia en el control de la enfermedad. El edifenphos + hexaconazol y el iprobenphos, mostraron una eficacia menor que los productos anteriormente mencionados, pero con valores de incidencia significativamente menores de *S. oryzae* que los de la parcela

testigo sin tratamiento. Las medias de la incidencia de la enfermedad para el momento más temprano de tratamiento del conjunto de productos fue significativamente menor que la del momento más tardío (tabla 4).

A pesar de que la infección de *Cercospora janseana* fue ligera y no muy uniforme en el campo, y de que no permitió establecer diferencias significativas entre tratamientos, los valores absolutos de la incidencia de la enfermedad en las parcelas tratadas con triazoles y estrobilurinas indican la actividad de estos productos en el control de *Cercospora janseana* (tablas 2 y 3). No se identificaron diferencias significativas en la incidencia de la enfermedad en relación con el momento de los tratamientos.

Los tratamientos al embuchamiento y posteriormente al 5 % de paniculación (momento A) resultaron en el caso de *Rhizoctonia solani* y *Sarocladium oryzae* superiores a los tratamientos más tardíos realizados al 10 % y 50 % de la paniculación (momento B). En el caso de la pudrición del nudo y el cuello de la espiga, no se obtuvieron diferencias significativas entre los dos momentos de tratamiento realizados al 10 % y 50 % de la paniculación aunque en el caso de los fungicidas azoxystrobin y las mezclas de tebuconazol + triadimenol y de pyroquilón + propiconazol, los tratamientos realizados en el momento B, mostraron un ataque ligeramente menor que los realizados más temprano (tabla 4).

El efecto de los tratamientos sobre los rendimientos aparece en las tablas 5 y 6. Se evidencia un bajo rendimiento general debido a la característica de los suelos de la Granja

Caribe en Los Palacios, así como una correspondencia entre la eficacia global de los productos sobre las enfermedades y el aumento del rendimiento.

**Tabla 5. Efecto de los tratamientos sobre los rendimientos de arroz**

No.	Productos	Dosis g ia./ha	Momento	Rendimiento Ton/ha	Aumento/testigo	
					Ton/h	%
4	Tebuconazol + triadimenol	112,5 + 37,5	b	3,82	1,33	53,36
2	Azoxystrobin	120	b	3,81	1,31	52,56
6	Piroquilon + propiconazol	125 + 125	b	3,57	1,07	42,93
3	Tebuconazol + triadimenol	112,5 + 37,5	a	3,36	0,86	34,50
1	Azoxystrobin	120	a	3,25	0,76	30,49
12	Iprobenphos + hexaconazol	480 + 50	b	3,21	0,72	28,89
5	Piroquilon + propiconazol	125 + 125	a	3,08	0,59	23,67
10	Edifenphos + hexaconazol	500 + 50	b	3,07	0,58	23,29
8	Hexaconazol	125	b	2,83	0,34	13,64
7	Hexaconazol	125	a	2,76	0,27	10,83
13	Iprobenphos	480	a	2,61	0,12	4,81
14	Iprobenphos	480	b	2,59	0,10	4,01
9	Edifenphos + hexaconazol	500 + 50	a	2,51	0,02	0,80
15	testigo no tratado			2,49	-	-
11	Iprobenphos + hexaconazol	480 + 50	a	2,40	-0,10	-4,01

**Tabla 6. Efecto del momento de los tratamientos en el aumento del rendimiento. Medias por momento de tratamiento**

Momento	Aumento del rendimiento (%)
A (segundo tratamiento al embuchamiento; tercer tratamiento a 5 % de paniculación).	14,44 a
B (segundo tratamiento al 10 % de paniculación; tercer tratamiento al 50 % de paniculación).	31,27 b

\* Letras diferentes significan diferencias significativas al 5 % según el test de Neuman-Keuls.

Los aumentos mayores fueron obtenidos con los tratamientos de tebuconazol + triadimenol, azoxystrobin, pyroquilon + propiconazol y el hexaconazol, los que resultaron superiores a los tratamientos tradicionales. Los rendimientos estuvieron correlacionados con los niveles de ataque del tizón de las posturas y la pudrición del nudo por *M. grisea* en primer lugar y de la escaldadura de la hoja (tabla 7).

La comparación de las medias por momentos de tratamiento (tabla 6), demuestra que los mayores rendimientos se corresponden con el momento B (tratamientos al 10 % y 50 % de paniculación). Esto estuvo determinado por la mayor influencia que tuvo la incidencia de tizón foliar y pudrición del cuello de

las espigas por *M. grisea* sobre los rendimientos. Confirma además que para el control de *M. grisea* el momento B es el idóneo para realizar el segundo y tercer tratamientos, a diferencia de lo que ocurre con *Rhizoctonia* y *Sarocladium*, con los que se requieren tratamientos más tempranos.

Los resultados obtenidos indican la superioridad de la eficacia del azoxystrobin, el piroquilon y la mezcla de tebuconazol + triadimenol en el manejo del conjunto de las enfermedades del arroz estudiadas. Su uso, sin embargo, debe ser en rotación o combinación con otras prácticas para la reducción de la presión de selección de cepas resistentes que puede ser elevada en el caso del azoxystrobin (Kim *et al.*, 2003) y los triazoles.

## CONCLUSIONES

1. Los mejores resultados en el control del tizón foliar y la pudrición del cuello por *M. grisea* se obtuvieron con el azoxystrobin a 120 g ia./ha, el tebuconazol + triadimenol (112,5 + 37,5 g ia./ha) y con el pyroquilon + propiconazol (125 + 125 g ia./ha).
2. Los mejores resultados para el control de la pudrición de la espiga se obtuvieron cuando el segundo y tercer tratamientos se realizaron al 10 % y 50 % del espigado, respectivamente.
3. Se verificó la pérdida de eficacia del edifenphos y iprobenphos para el control de *M. grisea* en el CAI Los Palacios.
4. Los mejores resultados en el control de *R. solani* fueron obtenidos con el azoxystrobin (120 g ia./ha), el edifenphos + hexaconazol (a 500 + 50 g ia./ha) y el pyroquilon + propiconazol (a 125+ 125 g ia./ha) sin diferencias significativas entre los momentos de tratamiento en el control del hongo.
5. El azoxystrobin 120 g ia./ha, el triadimenol + tebuconazol a 112,5 + 37,5 g ia./ha y el hexaconazol (125g ia./ha) tuvieron la mayor eficacia en el control de *S. oryzae* sin diferencias entre ellos y son más eficientes para el control del hongo cuando se aplican al momento del embuchamiento y al 10 % de la emisión de la panícula.
6. El triadimenol + tebuconazol a las dosis de 112,5 + 37,5 g ia./ha y el azoxystrobin a 120 g ia./ha, son eficientes en el control de *G. oryzae* (escaldadura foliar) sin diferencias entre ellos.
7. Los más bajos niveles de control fueron obtenidos con el iprobenphos sin diferencias con el testigo no tratado.
8. El rendimiento de las parcelas estuvo significativamente correlacionado con la incidencia de *M. grisea* en las hojas y en las espigas y de escaldadura de la hoja por *G. oryzae*, que determinó en general los mayores aumentos de rendimiento con los tratamiento más tardíos que permitieron un mejor control de *M. grisea*.
9. Los mayores aumentos del rendimiento fueron obtenidos en las variantes de tratamiento más tardío con triadimenol + tebuconazol a 112,5 + 37,5 g ia./ha, el azoxystrobin (120 g ia./ha) y el piroquilon + propiconazol (a 125+ 125 g ia./ha).
10. No hubo respuesta de aumento de rendimiento con el iprobenphos solo y con los tratamientos más tempranos de edifenphos e iprobenphos en mezclas con hexaconazol lo que confirma la pérdida de sensibilidad de las poblaciones de *M. grisea* informada previamente.
11. El triadimenol + tebuconazol y el azoxystrobin presentaron un efecto superior a los tratamientos de edifenphos e iprobenphos sobre el conjunto de enfermedades evaluadas y son excelentes opciones para el manejo de las mismas en el cultivo de arroz.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cartwright, R.; F. Lee.: Mp154 Arkansas Plant Disease Control Products Guide, 2007. [Http://www.uaex.edu/other\\_areas/publications/pdf/mp154/ricefung.pdf](http://www.uaex.edu/other_areas/publications/pdf/mp154/ricefung.pdf), USA 2008.
2. Centro Nacional Fitosanitario: Normas Técnicas de Sanidad Vegetal. Cuba. 1975.
3. CIAT: Informe anual del programa de arroz, Colombia, 1981.
4. CIAT: Sistema de evaluación estándar para arroz. Programa de pruebas internacionales de arroz, segunda edición, 61 pp., Colombia, 1983.
5. Earley, F.: "The biochemistry of oxidative phosphorylation – a multiplicity of targets for crop protection chemistry," in *Modern Crop Protection Compounds. Fungicides*, vol. 2. (Ed.) Krämer, W.; U. Schirmer. Wiley-Vch Verlag GmbH & Co., pp. 433-452, Alemania, 2007.
6. FRAC: List of plant pathogenic organisms resistant to disease control agents. On line: (<http://www.frac.info>) 2006.
7. FRAC: Mode of action of fungicides. Fungicide Resistance Action Committee (FRAC) classification on mode of action 2007. On line: (<http://www.frac.info>) 2007.

8. Gisi, U.; K.M. Chin; G. Knapova; R. Küng Färber; U. Mohr; S. Parisi; S. Sierotski; et U. Steinfeld: "Recent developments in elucidating modes of resistance to phenylamide, DMI and strobilurin fungicides." *Crop Protection* 19, 863-872, England, 2000.
9. Horsfall, J. G.; J. W. Heuberger: "Measuring magnitude of a defoliation disease of tomato," *Phytopathology* 32: 266-232, USA, 1942.
10. Kaars Sijpesteijn, A.: Mechanism of action of fungicides. In: Fungicide Resistance in Crop Protection. (Ed.) J. Dekker and S.G. Georgopoulos. Editorial Pudoc, Wageningen, 32 pp, 1982.
11. Katagiri, M. and M. Uesugi: "Similarities between the fungicidal action of isoprothiolane and organophosphorous thiolate fungicides," *Phytopathology* 67, 1415-1417, USA, 1977.
12. Katagiri, M.; Y. Uesugi et Y. Umehara: Development of resistance to organophosphorus fungicides in *Pyricularia oryzae* [causal fungus of blast disease of rice, *Oryza sativa*] in the field." *Journal of Pesticide Science* (Japan) 5(3): 417-421. 1980.
13. Kim Y. S.; E. W. Dixon; P. Vincelli et M.L. Farman: "Field resistance to strobilurin (Qoi) fungicides in *Pyricularia grisea* caused by mutations in the mitochondrial cytochrome b gene," *Phytopathology* 93:891-900, USA, 2003.
14. Kodama, O.; H. Yamada et T. Akatsuka: "Kitazin P<sup>A</sup> inhibitor of phosphatidylcoline biosynthesis in *pyricularia oryzae*." *Agric. Biol. Chem.* 43:1719-1725, USA, 1979.
15. Kuck, H. K. and J. P. Vors.: "Sterol biosynthesis inhibitors," in: *Modern crop protection compounds. Fungicides* vol 2. (Ed.) Krämer, W.; U. Schirmer. Wiley -Vch Verlag GmbH & Co., pp. 605-646, Alemania, 2007.
16. Kuck, K. H. and U. Gisi: "FRAC. Mode of action, classification and resistance risk of fungicides," in *Modern crop protection compounds. Fungicides* vol 2. (Ed.) Krämer, W.; U. Schirmer. Wiley -Vch Verlag GmbH & Co., pp. 415-432, Alemania, 2007.
17. Mc Kinney, H. H: "Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*" *J. Agric. Research* 26, 185-196, USA, 1923.
18. Pérez, L. y A. Hernández: "Resistencia a iprobenphos, edifenphos e isoprothiolane en poblaciones de *Magnaporthe grisea* en arroz," *Fitosanidad* 5(1): 25-28, Cuba, 2001.
19. Sauter, H.: Strobilurins and other complex III inhibitors. In: *Modern Crop Protection Compounds. Fungicides*, vol 2. (Ed.) Krämer, W.; U. Schirmer. Wiley -Vch Verlag GmbH & Co., pp. 457-491, Alemania, 2007.
20. Schindler, M.; H. Sawada et K. Tietjen: Melanin Synthesis in Cell Wall. In: *Modern Crop Protection Compounds. Fungicides*, vol 2. (Eds.) Krämer, W.; U. Schirmer. Wiley -Vch Verlag GmbH & Co., pp. 683-706, Alemania, 2007.
21. Stauss, R.: Compendium of growth stage identification keys for mono and dicotyledonous plants. Extended BBCH Scale. A joint publication of German Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA), German Federal Office of Plant Varieties (BSA), German Agrochemical Association (IVA), Institute For Vegetables And Ornamentals in Grossbeeren/ Erfurt, Germany (IX), Agrevo, BASF, Bayer, Ciba. Basel, Suiza, 1994.
22. Wrather, A.; B. Beck; D. Guethle and R. Cartwright: Rice foliar fungicides. College of Agriculture, Food and Natural Resources, the Missouri Agricultural Experiment Station, University of Missouri-Columbia. [Http://aes.missouri.edu/delta/muguide/ricfol.stm](http://aes.missouri.edu/delta/muguide/ricfol.stm), USA, 2008.

Recibido: 19/diciembre/2008

Aceptado: 12/febrero/2009



***Centro de Investigaciones Agropecuarias***  
**Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara. CUBA**



**El CIAP, con más de 45 años de experiencia en la Investigación, Desarrollo y Asesoría a diferentes ramas de la producción agropecuaria, participa en Programas de Transferencia Tecnológica a Empresas y Campesinos de las Regiones Central y Oriental del país. Además, el CIAP ofrece Servicios Científico-Técnicos a Comunidades del Territorio, entre las que se destacan:**

**Formulación, preparación y evaluación de raciones para la alimentación animal utilizando productos y subproductos agropecuarios e industriales disponibles en el territorio.**

**Diseño de instalaciones bovinas, porcinas y avícolas para condiciones tropicales. Manejo Integrado de Plagas en los Cultivos Tropicales y establecimiento de Sistemas de Cultivos Protegidos Biológicamente.**

**Estudio de la Biodiversidad Faunística Invertebrada de diferentes regiones del país y monitoreo de especies dañinas.**

**Mejoramiento de suelos y Desarrollo de Tecnologías para la producción y evaluación de biofertilizantes.**

**Desarrollo de Tecnologías Integrales para la producción de granos, viandas y otros cultivos industriales.**

**Caracterización de suelos, plantas y productos de la agroindustria.**