

CONTROL QUÍMICO DEL ARROZ ROJO (*Oryza sativa* L.) EN ARROZ, CON HERBICIDAS NO SELECTIVOS-PROTECTANTES A LA SEMILLA¹

Valentín A. Esqueda²

RESUMEN

Control químico del arroz rojo (*Oryza sativa* L.) en arroz, con herbicidas no selectivos-protectantes a la semilla. Se establecieron tres ensayos en invernadero con el objetivo de evaluar el efecto protectivo del tratamiento a la semilla de arroz Milagro Filipino (MF) con anhídrido naftálico (0,5 y 0,75%), flurazole (0,1 y 0,2%) y oxabetrinil (0,1 y 0,2%) en comparación con herbicidas no selectivos para arroz [atrazina (1,8 kg/ha), atrazina/metolachlor (0,78/0,75 kg/ha), acetochlor (2,1 kg/ha), alaclor (2,5 kg/ha) y metolachlor (1,92 kg/ha)]. Asimismo se determinó el efecto del alaclor en cuatro biotipos de arroz rojo y del arroz MF tratado con anhídrido naftálico. El flurazole y el oxabetrinil no protegieron al arroz de ninguno de los herbicidas, sólo se observó un efecto protectivo del anhídrido naftálico (0,75%) al herbicida alaclor (2,5 kg/ha). Alaclor (2 kg/ha) redujo temporalmente la altura de las plántulas de arroz, pero a partir de los 25 DDA no existió diferencia en altura con las plantas testigo. El peso seco de las plantas testigo de arroz MF fue estadísticamente semejante al obtenido de las plantas provenientes de semillas tratadas con anhídrido naftálico (0,75%) y con aplicación de 1, 1,5 y 2 kg/ha de alaclor. A los 7 DDA, el control de los diferentes biotipos de arroz rojo varió de 40 a 80% con alaclor a 1 kg/ha, de 80 a 98% con 1,5 kg/ha y de 98 a 99% con 2 kg/ha. A su vez, a los 25 DDA, los controles variaron de 30 a 62% con alaclor a 1 kg/ha, de 43 a 83% con 1,5 kg/ha y de 58 a 96% con 2 kg/ha.

ABSTRACT

Control of red rice (*Oryza sativa* L.) in rice with non-selective herbicides-seed protectants for chemical Three greenhouse experiments were established in order to evaluate the protective effect of naphthalic anhydride (0,5 and 0,75%), flurazole (0,1 and 0,2%) and oxabetrinil (0,1 and 0,2%) used as seed treatments in rice cv Milagro Filipino (MF), as compare with non-selective herbicides atrazine (1,8 kg/ha), atrazine/metolachlor (0,78/0,75 kg/ha), acetochlor (2,1 kg/ha), alachlor (2,5 kg/ha) and metolachlor (1,92 kg/ha). The effect of alachlor with four red rice biotypes and MF treated with naphthalic anhydride was also evaluated. Neither flurazole nor oxabetrinil protected rice from any one of the herbicides, but naphthalic anhydride (0,75%) protected rice from alachlor (2,5 kg/ha). Alachlor (2 kg/ha) temporarily reduced rice seedling height, but there was no difference in height between treated and non-treated plants at 25 days after application (DAA). Dry weight of the MF check plants was statistically similar to those obtained from plants originated from seed treated with naphthalic anhydride (0,75%) and applied with alachlor at 1, 1,5 and 2 kg/ha. At 7 DAA, control of the different red rice biotypes with alachlor varied from 40 to 80% with 1 kg/ha, from 80 to 98% with 1,5 kg/ha and from 98 to 99% with 2 kg/ha. Moreover, at 25 DAA, controls varied from 30 to 62% with 1 kg/ha, from 43 to 83% with 1,5 kg/ha and from 58 to 96% with 2 kg/ha.

INTRODUCCIÓN

Los arroces rojos (*Oryza sativa* L.) pertenecen al mismo género y especie que el arroz comercial, por lo que no son controlados por los herbicidas que normalmente se utilizan para combatir las otras malezas que infestan los arrozales (Esqueda y Acosta, 1985). Estos biotipos de arroz se caracterizan por el color rojo de la

aleurona, la dormancia de su semilla y la facilidad con que el grano se desprende de la panícula (Baker y Soonier, 1983). El problema del arroz rojo en el estado de Veracruz, México, comenzó en 1985, debido a la siembra de semilla no certificada de arroz comercial, que estaba contaminada por arroces rojos. Desde entonces las infestaciones han ido en aumento al grado de convertirse en la maleza más importante en la mayoría de los arrozales.

¹ Presentado en la XLV Reunión Anual del PCCMCA, Guatemala 1999.

² Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. SAGAR: Apdo. postal 429, C. P. 91700 Veracruz, Ver. México.

La eliminación manual es una práctica que sólo puede ser realizada cuando los arroces rojos pueden distinguirse del arroz comercial, y ya le han ocasionado daños. Además, el control manual solamente es recomendable en superficies pequeñas y cuando las infestaciones de arroces rojos son ligeras.

Al implementar un sistema de rotación del arroz con otros cultivos, se puede tener un control químico del arroz rojo por medio de los herbicidas empleados en estos últimos (Montealegre y Vargas, 1989; Smith, 1989). Sin embargo, las rotaciones de cultivos son más factibles de implementarse en terrenos que cuentan con facilidades de riego, pero es mucho más difícil llevarlas a cabo en condiciones de temporal.

El uso de sustancias químicas que protegen a los cultivos de ser dañados por herbicidas no selectivos comenzó a principios de los años 70's cuando el anhídrido naftálico fue comercializado para proteger al maíz de los herbicidas tiocarbamatos (Parker, 1983). Se ha informado que el tratamiento a la semilla de arroz con anhídrido naftálico puede incrementar la tolerancia de este cultivo a herbicidas que no son completamente selectivos al arroz (Smith, 1971; Han y Hatzios, 1990). El uso de protectantes a la semilla para proteger al arroz comercial de herbicidas no selectivos con eficiente control del arroz rojo, es una alternativa que debe explorarse, ya que podría permitir seguir sembrando el arroz en terrenos de temporal altamente infestados con arroz rojo.

El objetivo de este trabajo fue encontrar un tratamiento de protección a la semilla del arroz comercial, que permita el uso de herbicidas no selectivos para controlar químicamente los arroces rojos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Efecto de herbicidas no selectivos en la germinación y desarrollo del arroz Milagro Filipino Depurado tratado con protectantes.

Se establecieron tres estudios en charolas de plástico de 23,5 cm de largo x 19 cm de ancho y 10 cm de profundidad. Las charolas se llenaron con suelo de textura migajón arcilloso, colectado en el lote E-7 del Campo Experimental Cotaxtla (CECOT). En cada charola se sembraron seis surcos con 10 semillas/surco de arroz de la variedad Milagro Filipino Depurado. Las semillas de tres de los surcos fueron tratadas con una de dos dosis de tres diferentes protectantes y se incluyó un testigo absoluto sin protectante y sin herbicida. Los protectantes de semillas utilizados fueron: anhídrido naftálico (0,5 y 0,75% peso/peso), flurazole (0,1 y 0,2% peso/peso) y oxabetrinil (0,1 y 0,2% peso/peso). Posterior a la siembra, las charolas fueron regadas y esta práctica se efectuó diariamente hasta la conclusión de los estudios.

Se evaluaron cinco herbicidas, los cuales fueron aplicados en preemergencia al arroz utilizando una aspersora motorizada de mochila, equipada con una boquilla de abanico plano Tee-jet 8002. El equipo de aspersión fue calibrado para aplicar el equivalente a 200 litros de solución/ha. Los tratamientos evaluados (combinación de herbicida + protectante) se indican en el Cuadro 1.

En los tres estudios, el diseño experimental utilizado fue un factorial 6 x 2, más el testigo absoluto y su distribución en el invernadero fue completamente al azar. Cada tratamiento fue repetido tres veces.

Cuadro 1. Tratamientos de los estudios de efecto de herbicidas no selectivos en el arroz proveniente de semilla tratada con protectantes. Campo Experimental Cotaxtla.1997.

No.	Anhídrido Naftálico (%)	Flurazole (%)	Oxabetrinil (%)	Herbicida	Dosis (g i. a./ha)
1	0,5	0,1	0,1	Sin herbicida	-
2	0,75	0,2	0,2	Sin herbicida	-
3	0,5	0,1	0,1	Atrazina	1800
4	0,75	0,2	0,2	Atrazina	1800
5	0,5	0,1	0,1	Atrazina/ Metolachlor	784 / 750
6	0,75	0,2	0,2	Atrazina/ Metolachlor	784 / 750
7	0,5	0,1	0,1	Acetoclor	2098
8	0,75	0,2	0,2	Acetoclor	2098
9	0,5	0,1	0,1	Alaclor	2500
10	0,75	0,2	0,2	Alaclor	2500
11	0,5	0,1	0,1	Metolaclor	1920
12	0,75	0,2	0,2	Metolaclor	1920
13	0	0	0	Sin herbicida	-

Las evaluaciones se llevaron a cabo a los 10 y 18 DDA. Se cuantificó el efecto de los protectantes en la emergencia y la altura del arroz, así como el grado de protección ofrecido contra los herbicidas no selectivos. Los síntomas de toxicidad fueron descritos y la severidad de ésta fue cuantificada utilizando la escala de cero-100%, en donde cero significó que el arroz no mostraba síntomas externos de toxicidad y 100, que todas las plantas fueron eliminadas. Se efectuaron los análisis de varianza de la altura del arroz a los 10 y 18 DDA y como prueba de significancia se utilizó Tukey al 0,05.

Efecto de diferentes dosis de alaclor en la germinación y desarrollo del arroz Milagro Filipino Depurado tratado con anhídrido naftálico.

Se estableció un ensayo en charolas de plástico de 23,5 cm de largo x 19 cm de ancho y 10 cm de profundidad. Las charolas se llenaron con suelo de textura migajón arcilloso, colectado en el lote E-7 del CECOT. En cada charola se sembraron "a chorrillo", cuatro surcos con arroz de la variedad Milagro Filipino Depurado. Las semillas de dos surcos fueron tratadas con anhídrido naftálico a una concentración de 0,75% peso/peso, mientras que la semilla de los otros dos surcos no recibió ningún tratamiento. Los tratamientos evaluados se indican en el Cuadro 2. Se utilizó un diseño en parcelas divididas con tres repeticiones, en donde los tratamientos principales consistieron en los herbicidas y los tratamientos secundarios consistieron en los protectantes a la semilla. El alaclor fue aplicado en preemergencia al arroz utilizando una aspersora motorizada de mochila, equipada con una boquilla de abanico plano Tee-jet 8002. El equipo de aspersión fue calibrado para aplicar el equivalente a 200 litros de solución/ha.

Cuadro 2. Tratamientos para evaluar el efecto del alaclor en la variedad de arroz Milagro Filipino Depurado con y sin protectante a la semilla. Campo Experimental Cotaxtla. 1997.

No.	Herbicida	Dosis (g i.a./ha)	Anhídrido naftálico (%)
1	Alaclor	1000	0,75
2	Alaclor	1000	0
3	Alaclor	1500	0,75
4	Alaclor	1500	0
5	Alaclor	2000	0,75
6	Alaclor	2000	0
7	Testigo sin aplicar	-	0,75
8	Testigo sin aplicar	-	0

Se cuantificó el efecto de las dosis de alaclor en la altura del arroz a los siete, 25 y 42 DDA y del peso seco a los 42 DDA, así como el grado de protección ofre-

cido contra los herbicidas no selectivos. Los síntomas de toxicidad fueron descritos y la severidad de ésta fue cuantificada utilizando la escala de cero-100%, en donde cero significó que el arroz no mostraba síntomas externos de toxicidad y 100, que todas las plantas fueron eliminadas.

Efecto de diferentes dosis de alaclor en la germinación y desarrollo de cuatro biotipos de arroz rojo.

Este ensayo se estableció en el tipo de charolas y de suelo indicados anteriormente. En cada charola se sembró "a chorrillo", un surco de cada uno de los biotipos de arces rojos RCP, RCC, RCN y RSP sin tratamiento protectante a la semilla. Se aplicó el herbicida alaclor en dosis de 1000, 1500 y 2000 g/ha. También se utilizó el mismo equipo de aplicación y diseño experimental indicados anteriormente.

Las evaluaciones se llevaron a cabo a los siete y 25 DDA. Se cuantificó el efecto de las dosis de alaclor en el control de los arces rojos. Se utilizó la escala de cero-100%, en donde cero significó que el arroz no mostraba ningún año, y 100 que todas las plantas fueron eliminadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de herbicidas no selectivos en la germinación y desarrollo del arroz Milagro Filipino Depurado tratado con protectantes.

Ninguno de los protectantes de semilla evaluados tuvo efectos negativos en la emergencia de las plántulas del arroz. A los 10 DDA, el anhídrido naftálico a la concentración de 0,75% ocasionó una reducción promedio de 8,8% en la altura del arroz, en relación a las plantas testigo, pero a la concentración de 0,5%, no se observó ningún efecto negativo. El flurazole ocasionó reducciones en la altura del arroz de 10,5 y 15,8% a las concentraciones de 0,1 y 0,2%, respectivamente. El oxabetrinil solamente redujo un 12,3% la altura del arroz a la concentración de 0,2%. A los 18 DDA, solamente las plántulas provenientes de semillas tratadas con flurazole al 0,1 y 0,2% y oxabetrinil al 0,2% mostraban ligeras reducciones en su altura respecto a las plantas testigo (Cuadro 3).

Ni el flurazole ni el oxabetrinil protegieron al arroz de ninguno de los herbicidas evaluados; no hubo emergencia de plántulas de arroz con los tratamientos de acetoclor, alaclor, metolaclo y atrazina/metolaclo y todas las que emergieron con el tratamiento de atrazina, murieron entre los 10 y 18 DDA. El anhídrido naftálico tampoco protegió al arroz de los herbicidas

Cuadro 3. Altura de plántulas de arroz provenientes de semillas tratadas con protectantes sin aplicación de herbicidas. Campo Experimental Cotaxtla. 1997.

Tratamiento	Altura (cm) 10 DDA	Altura (cm) 18 DDA
Testigo sin aplicar	5,7 a	20,4 a
Anhídrido naftálico 0,5%	5,6 a	20,3 a
Oxabetrinil 0,1%	5,6 a	20,0 a
Anhídrido naftálico 0,75%	5,2 b	20,3 a
Flurazole 0,1%	5,1 bc	19,8 b
Oxabetrinil 0,2%	5,0 c	19,9 b
Flurazole 0,2%	4,8 d	19,8 b

Las letras a la derecha de los valores representan la prueba de Tukey (0,05).

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí.

acetoclor, metolaclor, atrazina/metolaclor y atrazina, pero en la combinación alaclor-anhídrido naftálico a la concentración de 0,75%, a los 18 DDA se tenía una sobrevivencia del 92,3% de las plántulas y su altura era semejante a la de las plantas testigo (datos no mostrados).

Efecto de diferentes dosis de alaclor en la germinación y desarrollo del arroz Milagro Filipino Depurado tratado con anhídrido naftálico.

A los siete DDA, el alaclor en dosis de 2000 g i.a./ha redujo en un 20,8% la altura de las plántulas de arroz, pero a las dosis de 1000 y 1500 g/ha la altura de las plántulas fue estadísticamente semejante a la de las plántulas del testigo sin herbicida. A los 25 y 42 DDA, la altura de las plántulas tratadas con cualquiera de las dosis de alaclor, fue semejante o superior a la de las plantas testigo (Cuadro 4).

A los siete DDA, el alaclor eliminó entre el 70 y 90% del arroz Milagro Filipino Depurado que no fue protegido con anhídrido naftálico. El control se redujo de una época de evaluación a la siguiente, para finalizar entre 50 y 75% a los 42 DDA. Aunque no hubo diferen-

Cuadro 4. Altura de plántulas de arroz provenientes de semillas tratadas con anhídrido naftálico (0,75%) y con aplicación de alaclor. Campo Experimental Cotaxtla. 1997.

Tratamiento	Altura (cm) 7 DDA	Altura (cm) 25 DDA	Altura (cm) 42 DDA
Testigo sin herbicida	6,65 a	22,57 a	23,2 b
Alaclor 1000 g i.a./ha	5,92 ab	24,32 a	27,5 a
Alaclor 1500 g i.a./ha	6,25 a	23,92 a	25,5 ab
Alaclor 2000 g i.a./ha	5,27 b	21,93 a	23,3 b

Las letras a la derecha de los valores representan la prueba de Tukey (0,05).

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí.

cia estadística entre las dosis de alaclor, en las tres evaluaciones se observó la tendencia a tener un mayor control del arroz, conforme se incrementaba la dosis de alaclor (Cuadro 5).

No hubo diferencia significativa en el peso seco de las plantas de arroz provenientes de semilla tratada con anhídrido naftálico al 0,75% y aplicadas con cualquiera de las tres dosis de alaclor o con el de las plantas testigo con o sin tratamiento de anhídrido naftálico. Sin embargo, se observó la tendencia a tener menores pesos secos conforme se incrementó la dosis de este herbicida (Cuadro 6).

Por otra parte, el peso seco de las plantas provenientes de semilla no tratada con anhídrido naftálico, fue estadísticamente inferior al de las plantas originadas de semilla tratada con este protectante. La reducción en peso seco de las plantas de semilla no tratada con protectante, respecto a las plantas de semilla tratada, fue de 56,36% para la dosis de 1000 g de alaclor, de 59,66% para la dosis de 1500 g de alaclor y de 77,04% para la dosis de 2000 g de alaclor (Cuadro 6).

Cuadro 5. Porcentaje de control del arroz Milagro Filipino Depurado sin tratamiento de anhídrido naftálico (AN) a la semilla. Campo Experimental Cotaxtla. 1997.

Tratamiento	% control arroz sin AN (7 DDA)	% control arroz sin AN (25 DDA)	% control arroz sin AN (42 DDA)
Testigo sin herbicida	0,00 b	0,00 b	0,00 b
Alaclor 1000 g i.a./ha	70,08 a	57,14 a	50,72 a
Alaclor 1500 g i.a./ha	85,25 a	65,98 a	54,40 a
Alaclor 2000 g i.a./ha	89,86 a	79,39 a	74,45 a

Las letras a la derecha de los valores representan la prueba de Tukey (0,05).

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí.

Cuadro 6. Efecto del herbicida alaclor en el peso seco de plántulas de arroz Milagro Filipino Depurado provenientes de semillas con y sin anhídrido naftálico (AN) a los 42 DDA. Campo Experimental Cotaxtla. 1997.

Herbicida	Dosis (g i.a./ha)	AN (%)	Peso seco (g)
Alaclor	1000	0	1,546 b
Alaclor	1000	0,75	3,543 a
Alaclor	1500	0	1,303 b
Alaclor	1500	0,75	3,230 a
Alaclor	2000	0	0,730 c
Alaclor	2000	0,75	3,180 a
Testigo sin aplicar	-	0	3,613 a
Testigo sin aplicar	-	0,75	3,553 a

Las letras a la derecha de los valores representan la prueba de Tukey (0,05). Valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí.

Efecto de diferentes dosis de alaclor en la germinación y desarrollo de cuatro biotipos de arroz rojo.

A los siete DDA, el porcentaje de control de los cuatro biotipos de arroz rojo varió entre 40 y 80% con la dosis de 1000 g de alaclor. Al incrementar la dosis a 1500 g, se observó un substancial incremento en el control de los biotipos RCP, RCC y RCN (95 a 98%), pero no en el de RSP, el cual se mantuvo en 80%. Con la dosis de 2000 g de alaclor, se tuvo un control de 98 a 99% de todos los biotipos (Cuadro 7).

A los 25 DDA, el control de los cuatro biotipos de arroz rojo varió entre el 30 y 62% con la dosis más ba-

Cuadro 7. Efecto de diferentes dosis de alaclor en el control (%) de cuatro biotipos de arroz rojo a los 7 y 25 DDA. Campo Experimental Cotaxtla. 1997.

Alaclor (g i.a./ha)	7 DDA				25 DDA			
	RCP	RCC	RCN	RSP	RCP	RCC	RCN	RSP
1000	60 b	70 b	40 b	80 b	54 c	62 c	30 c	35 b
1500	98 a	95 a	95 a	80 b	64 b	79 b	83 b	43 b
2000	99 a	98 a	98 a	98 a	96 a	91 a	90 a	58 a

Las letras a la derecha de los valores representan la prueba de Tukey (0,05). Valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí. Las comparaciones son entre dosis de alaclor para cada biotipo de arroz rojo.

ja de alaclor y entre 43 y 83% con la dosis de 1500 g de este herbicida. Solamente con la dosis de 2000 g de alaclor se tuvieron controles de 90% o superiores de los biotipos RCP, RCC y RCN, sin embargo el control del biotipo RSP se redujo a un 58% (Cuadro 7).

CONCLUSIONES

Todos los herbicidas evaluados mostraron un buen control de los diferentes biotipos de arces rojos.

El anhídrido naftálico utilizado como protectante a la semilla de arroz no tuvo efectos negativos en la emergencia ni el desarrollo del arroz.

El tratamiento de la semilla de arroz con anhídrido naftálico a la concentración de 0,75%, puede proteger al arroz del herbicida alaclor aplicado en dosis de hasta 2500 g/ha.

LITERATURA CITADA

BAKER, J. B.; SOONIER, E. 1983. Red rice and its control. *In: International Rice Research Institute and International Weed Science Society (eds.) Proceedings of The Conference on Weed Control in Rice. Los Baños, Laguna, Philippines. 1981. pp. 327-333.*

ESQUEDA, V.; ACOSTA, S. 1985. Daños y control de las malas hierbas en el cultivo de arroz de temporal en el centro del estado de Veracruz y norte de Oaxaca. México, D.F. SARH. INIA. Folleto de Investigación Num. 65. 60 p.

HAN, S.; HATZIOS, K. 1990. Metabolism of the herbicide pretilachlor in rice and its manipulation by safeners and synergists. *Pest. Sci.* 30:420-421.

MONTEALEGRE, F. A.; VARGAS, J. 1989. Efecto de algunas prácticas culturales sobre la población de arroz rojo y los rendimientos de arroz comercial. *Arroz* 38:19-24.

PARKER, C. 1983. Herbicide antidotes. A review. *Pest. Sci.* 14:40-48.

SMITH, R. J. Jr. 1971. Red rice control in rice. *Proc. Southern Weed Sci. Soc.* 24:163.

SMITH, R. J. Jr. 1989. Cropping and herbicide systems for red rice (*Oryza sativa*) control. *Weed Tech.* 3:414-419.