

NOTA TÉCNICA

ALTERNATIVAS AL PROPANIL PARA CONTROLAR *Echinochloa colona* (L.) Link EN ARROZ DE TEMPORAL¹

Valentín Alberto Esqueda-Esquivel², Oscar Hugo Tosquy-Valle²

RESUMEN

Alternativas al propanil para controlar *Echinochloa colona* (L.) Link en arroz de temporal. En junio de 2007, se estableció un experimento en Tres Valles, Veracruz, México, con el objetivo de determinar la efectividad de diferentes herbicidas, solos y en mezcla en el arroz de temporal. Se evaluaron 14 tratamientos: cihalofop-butilo (315 y 360 g ia/ha), bispiribac-sodio (22 y 30 g ia/ha), propanil (2.160 y 2.880 g ia/ha), cihalofop-butilo + clomazone (315 + 480 g ia/ha), cihalofop-butilo + pendimetalina (315 + 1.188 g ia/ha), bispiribac-sodio + clomazone (22 + 480 g ia/ha), bispiribac-sodio + pendimetalina (22 + 1.188 g ia/ha), propanil + clomazone (2.160 + 480 g ia/ha), propanil + pendimetalina (2.160 + 1.188 g ia/ha), propanil (2.880 g ia/ha) complementado con propanil (2.880 g ia/ha) y un testigo enhierbado. Se evaluó el control de malezas a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación (DDA) y la toxicidad al arroz a los 7, 15 y 30 DDA. Cihalofop-butilo a 360 g ia/ha y las mezclas de este herbicida con pendimetalina a 315 + 1.188 g ia/ha y con clomazone a 315 + 480 g ia/ha, tuvieron los mayores controles de *Echinochloa colona*, pero su efecto en *Cyperus iria* fue deficiente. A su vez, bispiribac-sodio aplicado a 22 y 30 g ia/ha y en mezcla con pendimetalina a 22 + 1.188 g ia/ha y clomazone a 22 + 480 g ia/ha controlaron eficientemente *C. iria*, pero su efecto en *E. colona* fue de regular a bueno.

Palabras clave: Herbicidas, cihalofop-butilo, bispiribac-sodio, clomazone, pendimetalina.

ABSTRACT

Alternatives to propanil for controlling *Echinochloa colona* (L.) Link in rain-fed rice. In June, 2007, an experiment was carried out in Tres Valles, Veracruz, Mexico, to determine the effectiveness of new herbicides, alone and in mixtures in rain-fed rice. Fourteen treatments were evaluated: cyhalofop-butyl (315 and 360 g ai/ha), bispyribac-sodium (22 and 30 g ai/ha), propanil (2160 and 2880 g ai/ha), cyhalofop-butyl + clomazone (315 + 480 g ai/ha), cyhalofop-butyl + pendimethalin (315 + 1188 g ai/ha), bispyribac-sodium + clomazone (22 + 480 g ai/ha), bispyribac-sodium + pendimethalin (22 + 1188 g ai/ha), propanil + clomazone (2160 + 480 g ai/ha), propanil + pendimethalin (2160 + 1188 g ai/ha), propanil (2880 g ai/ha) followed by propanil (2880 g ai/ha) and a weedy check. Weed control was evaluated at 15, 30 and 45 days after application (DAA) and toxicity to rice at 7, 15 and 30 DAA. Cyhalofop-butyl at 360 g ai/ha and the mixtures of this herbicide with pendimethalin at 315 + 1188 g ai/ha and clomazone at 315 + 480 g ai/ha showed the highest control of *Echinochloa colona*, but their effect on *Cyperus iria* was deficient. On the other hand, bispyribac-sodium applied at 22 and 30 g ai/ha and in mixture with pendimethalin at 22 + 1,188 g ai/ha and clomazone at 22 + 480 g ai/ha efficiently controlled *C. iria*, and their effect on *E. colona* was inferior.

Key words: Herbicides cyhalofop-butyl, bispyribac-sodium, clomazone, pendimethalin.



¹ Recibido: 24 de abril, 2008. Aceptado: 20 de marzo, 2009. Proyecto de Investigación No. PRECI 3106597A, financiado por la Fundación Produce Veracruz, A. C. México.

² Campo Experimental Cotaxtla. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km. 34 Carr. Veracruz-Córdoba. Apdo. Postal 429, 91700, Veracruz, Ver., México. esqueda.valentin@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El estado de Veracruz es el segundo productor de arroz en la República Mexicana; en el 2007 en esta entidad se sembraron 10.145 ha de este cultivo en el ciclo de temporal, en las que se obtuvo un rendimiento medio de 3,89 t/ha (SAGARPA 2008). Las condiciones de alta humedad y temperatura en que se produce el arroz de temporal en el estado, son propicias para la presencia y el desarrollo de grandes poblaciones de malezas, que si no son controladas oportuna y eficientemente, pueden reducir de 30 a 50% el rendimiento de grano, y en casos extremos, ocasionar la pérdida total de la cosecha (Esqueda 1990). Las malezas más importantes en el cultivo de arroz de temporal, son los zacates anuales (Esqueda 2000b), dentro de los cuales, la principal especie es el zacate pichichi [*Echinochloa colona* (L.) Link], también conocido como zacate de agua o zacate pinto, que normalmente se presenta en altas poblaciones (Esqueda 2000b, Esqueda y Rosales 2004).

En el estado de Veracruz, los herbicidas comerciales más utilizados para el control de los zacates anuales, están formulados con propanil, un producto inhibidor de la fotosíntesis desarrollado a principios de los sesentas, que se aplica en postemergencia y cuya acción es relativamente rápida (Smith 1961, Thomson 1993, Fontanilla *et al.* 2001). El propanil actúa mejor cuando los zacates son pequeños y están creciendo activamente y su control es deficiente cuando se aplica a zacates de gran tamaño o que se encuentran en la etapa de amacollamiento (Leah *et al.* 1995). Debido a que este herbicida no es residual, para obtener un control eficiente de las malezas, normalmente se requiere aplicarlo al menos en dos ocasiones durante el ciclo de vida del arroz, o mezclarlo con un herbicida preemergente (Stauber *et al.* 1991, Florez *et al.* 1999, Esqueda 2000a, Ntanos *et al.* 2000).

El abuso en el número de aplicaciones y el empleo de dosis elevadas, han ocasionado la aparición de biotipos de zacate pichichi, que presentan diferentes niveles de resistencia a este herbicida en América Central y América del Sur (Garro *et al.* 1993, Fischer *et al.* 1993, Ortiz *et al.* 1999). En México se han identificado poblaciones de zacate pichichi tolerantes al propanil, en arrozales de los estados de Veracruz y Campeche (Bolaños *et al.* 2001), lo cual señala la necesidad, de que este herbicida deba paulatinamente reemplazarse por otros productos con diferente modo de acción. Una alternativa podría ser el cihalofop-butilo, herbicida

desarrollado para el control de gramíneas en el cultivo de arroz (Ito *et al.* 1998, Mann *et al.* 2000). Una de las ventajas que presenta el cihalofop-butilo con respecto al propanil, es que puede utilizarse para el control de zacates de mayor tamaño. Este herbicida inhibe la síntesis de lípidos (Mallory-Smith y Retzinger 2003), por lo que al tener un modo de acción diferente, representa una alternativa para controlar los biotipos de *E. colona* resistentes al propanil (Valverde *et al.* 2000, Esqueda y Tosquy 2004). Por su parte, el bispiribac-sodio es un inhibidor de la síntesis de aminoácidos (Rosales y Sánchez 2006), que se aplica en postemergencia, no es residual y que puede controlar zacates que se encuentran en la etapa de amacollamiento, lo que difícilmente se logra con el propanil (Valent 2000, Esqueda y Tosquy 2004). Para determinar si estos nuevos herbicidas pueden eventualmente reemplazar al propanil, es necesario evaluarlos en las condiciones agroclimáticas en que se produce el arroz de temporal en el estado de Veracruz. Por lo anterior, se estableció un experimento con el objetivo de determinar la efectividad de los herbicidas bispiribac-sodio y cihalofop-butilo, solos y en mezcla con herbicidas residuales en el control de malezas en arroz de temporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo primavera-verano de 2007, en condiciones de temporal, se estableció un experimento en Los Macuiles, municipio de Tres Valles, Veracruz, México. El clima en esta localidad es AW₂ (w), que corresponde a los subtipos más húmedos de los cálidos subhúmedos (García 1987). La siembra se efectuó el 9 de junio con la variedad de arroz Milagro Filipino en dosis de 100 kg de semilla/ha. Se utilizó el diseño estadístico de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales constaron de 10 surcos de 6 m de longitud, espaciados a 30 cm. Se evaluaron 14 tratamientos, incluyendo el testigo enhierbado (Cuadro 1).

Se agregó el surfactante Agridex en dosis de 250 ml por 100 l de agua, excepto en los tratamientos de bispiribac-sodio, solo y en mezcla, en los que se utilizó Kinetic a la misma dosis. El empleo de diferente surfactante fue debido a que el bispiribac-sodio tiene mayor actividad con el Kinetic, mientras que los otros herbicidas funcionan mejor con el Agridex. La aplicación de los tratamientos se realizó el 28 de junio, cuando la altura del zacate pichichi varió entre 4 y 21

Cuadro 1. Tratamientos del experimento para el combate de *Echinochloa colona* en arroz. Los Macuiles, municipio de Tres Valles, Veracruz, México. Primavera-Verano 2007.

Tratamiento	Dosis (g ia/ha) ¹
Cihalofop-butilo	315
Cihalofop-butilo	360
Bispiribac-sodio	22
Bispiribac-sodio	30
Propanil	2.160
Propanil	2.880
Cihalofop-butilo + clomazone	315 + 480
Cihalofop-butilo + pendimetalina	315 + 1.188
Bispiribac-sodio + clomazone	22 + 480
Bispiribac-sodio + pendimetalina	22 + 1.188
Propanil + clomazone	2.160 + 480
Propanil + pendimetalina	2.160 + 1.188
Propanil / propanil ²	2.880 / 2.880
Testigo enhierbado	-

¹Gramos de ingrediente activo por hectárea.

²Testigo tradicional.

cm, y la del arroz entre 7 y 10 cm. La segunda aplicación de propanil del tratamiento correspondiente al testigo tradicional se realizó el 11 de julio. Se utilizó una aspersora motorizada de mochila con boquillas de abanico plano 8003, calibrada para asperjar 370 l de solución por hectárea. Se aplicaron los ocho surcos centrales de cada parcela experimental, para utilizar los de las orillas como testigos laterales enhierbados.

El experimento se fertilizó con dos aplicaciones de urea en dosis equivalentes a 46 kg de nitrógeno cada una, a los 30 y 60 días después de la emergencia del arroz; en cada ocasión se aplicaron 100 kg de urea/ha. Fue necesario aplicar cipermetrina en dosis 50 ml/ha, para controlar una infestación de gusano falso medidor (*Trichoplusia* sp.).

Densidad de población y altura de malezas

La densidad de población se determinó inmediatamente antes de la aplicación de los tratamientos, contando las malezas por especie contenidas en cuadros

de 1 m x 1 m, lanzados al azar en las parcelas correspondientes a los testigos enhierbados (Aleman 2004). Posteriormente, a los 60 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos (DDA), las cuantificaciones se realizaron en cada una de las parcelas experimentales para determinar el efecto de los tratamientos.

La altura de la maleza se midió en 10 plantas de cada una de las especies, seleccionadas al azar en las mismas parcelas y épocas en que se obtuvo la densidad de población.

Control de malezas

Se evaluó visualmente el efecto de los herbicidas sobre las dos especies de malezas dominantes en la totalidad de cada parcela experimental, a los 15, 30 y 45 DDA. Para ello, se utilizó la escala porcentual (0 a 100%), en donde 0 significó que las malezas no fueron afectadas, y 100 que fueron completamente eliminadas (Ntanos *et al.* 2000, Esqueda y Rosales 2004).

Toxicidad al arroz

La selectividad de los herbicidas al cultivo se evaluó a los 7, 15 y 30 DDA; las evaluaciones se realizaron en forma visual y se asignaron valores en la escala de 0 a 100%, en donde 0 significó que el arroz no fue afectado, y 100 que fue completamente destruido (Esqueda y Tosquy 2004).

Análisis estadísticos

Se realizó un análisis de varianza para determinar la significancia en el control de malezas por especie en cada época de evaluación, toxicidad al arroz y densidad de población y altura de malezas. Se utilizó el paquete estadístico de diseños experimentales versión 2.5 de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares 1994). Antes de realizar los análisis estadísticos, para homogenizar las varianzas, los datos de las variables de control de malezas fueron transformados a su valor de arco seno por la raíz cuadrada del porcentaje y los de toxicidad del arroz a su valor de raíz cuadrada (Gomez y Gomez 1984). En los casos en que se detectó significancia, para la separación de promedios se aplicó la prueba de Tukey ($p < 0,05$) (Little y Hills 1998). Por motivos de claridad, los resultados se presentan con los datos reales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad de población de malezas

Al momento de la aplicación de los tratamientos, se tenía una población total de malezas de 312,5 plantas por metro cuadrado, de las cuales, aproximadamente el 65% correspondieron al zacate pichichi [*Echinochloa colona* (L.) Link] y el resto a *Cyperus iria* L., ambas especies consideradas las más importantes del arroz de temporal en Veracruz (Tosquy *et al.* 2005). Las alturas promedio de las malezas eran de 10,7 cm para *E. colona* y 6,1 cm para *C. iria*, lo cual permitió un buen cubrimiento de las mismas con la solución herbicida.

El efecto de los diferentes tratamientos herbicidas en la población de malezas fue evidente a los 60 DDA, época en la que en el testigo enhierbado se cuantificó una población total de malezas de 350 plantas por metro cuadrado, de las cuales un poco más de 90%, correspondió a *E. colona*. La menor población de esta especie se encontró en las parcelas en que se utilizó el herbicida cihalofop-butilo, solo y en mezcla con pendimetalina y clomazone, lo cual confirma, que este herbicida tiene un efecto sobresaliente sobre zacates del género *Echinochloa*, como se ha indicado anteriormente (Ito *et al.* 1998, Mann *et al.* 2000, Esqueda y Tosquy 2004). Los tratamientos en que se aplicó bispiribac-sodio, solo o en mezcla con pendimetalina y clomazone tuvieron poblaciones ligeramente mayores a las de los tratamientos con cihalofop-butilo, pero menores a las de los tratamientos en que se incluyó al propanil (excepto propanil + clomazone), en los cuales las poblaciones de *E. colona* variaron entre 114 y 230 plantas por metro cuadrado, siendo esta última población estadísticamente semejante a la del testigo enhierbado (Cuadro 2).

No se observaron plantas de *C. iria* en las parcelas aplicadas con las dos dosis de bispiribac-sodio. Mientras que las poblaciones en donde se aplicaron las mezclas de bispiribac-sodio + pendimetalina y bispiribac-sodio + clomazone fueron de las más bajas, muy semejantes a las que se cuantificaron con propanil, solo, en mezcla con pendimetalina o clomazone o en aplicaciones secuenciales. Cabe señalar que con cihalofop-butilo, solo o en mezcla, las poblaciones de esta especie fueron muy altas, e incluso superiores a las del testigo enhierbado, lo cual es explicable, puesto

Cuadro 2. Densidad de población y altura de *E. colona* y *C. iria* a los 60 DDA. Los Macuiles, municipio de Tres Valles, Veracruz, México. Primavera-Verano 2007.

Tratamiento (g ia/ha) ¹	<i>E. colona</i>		<i>C. iria</i>	
	Plantas (m ²)	Altura (cm)	Plantas (m ²)	Altura (cm)
Cihalofop-butilo (315)	32 c	45 ab	128 abc	29 ab
Cihalofop-butilo (360)	14 c	31 b	170 ab	38 a
Bispiribac-sodio (22)	48 c	55 ab	0 c	0 b
Bispiribac-sodio (30)	42 c	63 ab	0 c	0 b
Propanil (2.160)	230 ab	65 ab	40 bc	35 ab
Propanil (2.880)	126 bc	58 ab	10 bc	25 ab
Cihalofop-butilo + clomazone	140 c	50 ab	13 bc	39 a
Cihalofop-butilo + pendimetalina	4 c	50 ab	178 a	38 a
Bispiribac-sodio + clomazone	44 c	49 ab	12 bc	30 ab
Bispiribac-sodio + pendimetalina	66 c	40 ab	80 abc	30 ab
Propanil + clomazone	58 c	50 ab	74 abc	30 ab
Propanil + pendimetalina	126 bc	69 a	22 bc	30 ab
Propanil / propanil ²	114 bc	48 ab	24 bc	32 ab
Testigo enhierbado	316 a	69 a	34 bc	33 ab

¹ Gramos de ingrediente activo por hectárea.

² Testigo tradicional. Las letras a la derecha representan la prueba de Tukey (p<0,05). Cantidades con la misma letra no son estadísticamente diferentes. La comparación es entre tratamientos para cada variable.

que al eliminar eficientemente a *E. colona* y no tener efecto sobre *C. iria*, se favoreció el incremento en la población de esta última especie, mientras que en el testigo enhierbado, la interferencia de *E. colona*, la redujo considerablemente (Cuadro 2).

Altura de malezas

En las parcelas de los testigos enhierbados, la altura promedio de las plantas de *E. colona* a los 60 DDA era de 69 cm, igual a la de las plantas que se encontraban en el tratamiento de propanil + pendimetalina. En los tratamientos en que la altura de esta especie era semejante o muy cercana a la de las plantas del testigo enhierbado, se debió a que las plantas escaparon a la aplicación de los herbicidas, mientras que en los tratamientos en que la altura era mucho menor que las del testigo enhierbado, se debió a que las plantas medidas emergieron después de la aplicación de los herbicidas (cihalofop-butilo a las dos dosis y bispiribac-sodio con pendimetalina) o su desarrollo se retrasó por efecto de los mismos (Cuadro 2). La altura de las plantas de *C. iria* que sobrevivieron a los tratamientos herbicidas no fue muy diferente a la de las plantas de los testigos enhierbados, e incluso en algunos casos fue mayor, lo cual se debe a que en esos tratamientos no tuvieron efecto sobre esta maleza, y en aquellas en que se tuvo un buen control de *E. colona*, normalmente se favoreció el desarrollo de *C. iria* (Cuadro 2).

A los 120 DDA, debido al mayor desarrollo de las malezas (cuya altura variaba entre 82 y 99 cm), las poblaciones de *E. colona* en todos los tratamientos disminuyeron considerablemente con respecto a las que se cuantificaron a los 60 DDA. El mayor número de plantas de esta especie se presentó en el testigo enhierbado y en los tratamientos de propanil solo, los cuales fueron estadísticamente semejantes entre sí, mientras que en las parcelas tratadas con bispiribac-sodio, *E. colona* fue eliminada completamente. Debido a que en esta época *C. iria* había completado su ciclo de vida, no se encontraron plantas de esta especie en ninguno de los tratamientos (Cuadro 3).

Control de malezas

A los 15 DDA, un grupo de ocho tratamientos presentaron los mejores controles de *E. colona* (93 a 98%), estadísticamente semejantes entre sí, destacando la dosis mayor de cihalofop-butilo y la mezcla de este herbicida con clomazone, cuyos controles fueron de al menos 98%. El control obtenido con propanil seguido por propanil (testigo tradicional) fue ligeramente superior a 60% y sólo superó estadísticamente a la aplicación de la dosis baja de propanil y al testigo enhierbado. La mezcla de propanil con clomazone

Cuadro 3. Densidad de población y altura de *E. colona* a los 120 DDA. Los Macuiles, municipio de Tres Valles, Veracruz, México. Primavera-Verano 2007.

Tratamiento (g ia/ha) ¹	Plantas (m ²)	Altura (cm)
Cihalofop-butilo (315)	12 cd	85 cd
Cihalofop-butilo (360)	40 de	84 cd
Bispiribac-sodio (22)	0 e	0 e
Bispiribac-sodio (30)	0 e	0 e
Propanil (2.160)	24 ab	94 ab
Propanil (2.880)	32 a	86 cd
Cihalofop-butilo + clomazone	12 cd	95 ab
Cihalofop-butilo + pendimetalina	4 de	98 a
Bispiribac-sodio + clomazone	4 de	82 d
Bispiribac-sodio + pendimetalina	5 de	90 bc
Propanil + clomazone	8 cde	99 a
Propanil + pendimetalina	16 bc	90 bc
Propanil / propanil ²	12 cd	96 ab
Testigo enhierbado	32 a	95 ab

¹ Gramos de ingrediente activo por hectárea.

² Testigo tradicional. Las letras a la derecha representan la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Cantidades con la misma letra no son estadísticamente diferentes. La comparación es entre tratamientos para cada variable.

ofreció un control de esta especie superior al del testigo tradicional, pero no comparable con los de los mejores tratamientos (Cuadro 4).

En esta época, los mejores controles de *C. iria* se obtuvieron con bispiribac-sodio, solo y en mezcla con clomazone y pendimetalina, cuyos porcentajes de control fueron estadísticamente superiores a los del resto de los tratamientos. Los tratamientos en que se aplicó propanil solo, en mezcla o en forma secuencial tuvieron controles de esta especie de entre 75 y 86,8%, siendo estadísticamente semejantes entre sí. Es importante señalar que *C. iria* no fue controlada con cihalofop-butilo, solo y en mezcla con pendimetalina (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos en el control de *E. colona* y *C. iria* a los 15, 30 y 45 DDA. Los Macuiles, municipio de Tres Valles, Veracruz, México. Primavera-Verano 2007.

Tratamiento (g ia/ha) ¹	<i>E. colona</i>	<i>E. colona</i>	<i>E. colona</i>	<i>C. iria</i>	<i>C. iria</i>	<i>C. iria</i>
	15 DDA	30 DDA	45 DDA	15 DDA	30 DDA	45 DDA
Cihalofop-butilo (315)	96,5 a	90,0 abc	85,5 ab	0,0 d	0,0 f	0,0 e
Cihalofop-butilo (360)	98,3 a	96,3 a	95,5 a	0,0 d	0,0 f	0,0 e
Bispiribac-sodio (22)	96,5 a	82,8 bcd	79,0 abc	98,0 a	96,5 a	96,5 a
Bispiribac-sodio (30)	97,5 a	82,0 cd	81,3 abc	98,3 a	97,0 a	97,0 a
Propanil (2.160)	27,5 e	16,3 g	15,0 e	77,5 bc	60,0 d	60,0 c
Propanil (2.880)	56,3 d	43,8 f	38,8 de	86,8 b	82,5 b	80,0 b
Cihalofop-butilo + clomazone (315 + 480)	98,0 a	95,0 ab	90,5 a	71,3 c	40,0 e	17,5 d
Cihalofop-butilo + pendimetalina (315 + 1.188)	97,8 a	96,5 a	95,0 a	0,0 d	0,0 f	0,0 e
Bispiribac-sodio + clomazone (22 + 480)	93,0 ab	90,0 abc	85,8 ab	98,8 a	97,5 a	97,5 a
Bispiribac-sodio + pendimetalina (22 + 1.188)	95,0 ab	82,5 bcd	78,8 abc	98,8 a	96,5 a	94,5 a
Propanil + clomazone (2.160 + 480)	87,0 bc	83,0 bcd	78,3 abc	84,5 b	77,5 bc	77,5 bc
Propanil + pendimetalina (2.160 + 1.188)	73,8 cd	66,3 de	63,8 bcd	80,0 bc	75,0 bcd	61,3 c
Propanil /propanil ² (2.880 /2.880)	63,8 d	62,5 ef	60,0 cd	75,0 bc	61,3 cd	60,0 c
Testigo enhierbado	0,0 f	0,0 h	0,0 f	0,0 d	0,0 f	0,0 e

¹ Gramos de ingrediente activo por hectárea.

² Testigo tradicional. Las letras a la derecha representan la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Cantidades con la misma letra no son estadísticamente diferentes. La comparación es entre tratamientos para cada variable.

A los 30 DDA, los tratamientos en que se aplicó cihalofop-butilo, solo y en mezcla con clomazone y pendimetalina y la mezcla de bispiribac-sodio con clomazone tenían controles de *E. colona* de entre 90 y 96,5%. Con bispiribac-sodio, solo y en mezcla con pendimetalina, y propanil con clomazone los controles de esta especie variaron entre 82 y 83%, mientras que los menores controles se obtuvieron cuando el propanil se aplicó solo (Cuadro 4).

En esta época, los mejores controles de *C. iria* se obtuvieron con los mismos tratamientos indicados a los 15 DDA, los cuales mantuvieron su efectividad. Con el testigo tradicional el control de esta especie fue ligeramente superior a 60% y estadísticamente semejante al de las mezclas de propanil con clomazone y pendimetalina y al de la dosis baja de propanil (Cuadro 4).

En la última época de evaluación, los controles de *E. colona* ofrecidos por la dosis alta de cihalofop-butilo y las mezclas de este herbicida con clomazone y pendimetalina se mantuvieron por encima del 90%, siendo los mejores tratamientos. Con bispiribac-sodio, solo y en mezcla, los controles de esta especie variaron entre 79 a 86% y fueron estadísticamente semejantes entre sí. A su vez, con

la aplicación de propanil solo, se obtuvieron los menores controles y las parcelas con la dosis más baja lucían semejantes a las del testigo enhierbado (Cuadro 4).

A los 45 DDA, todavía se mantenían controles de *C. iria* entre 95 y 98% con los tratamientos en que se utilizó bispiribac-sodio, solo y en mezcla con clomazone y pendimetalina. La dosis alta de propanil y la mezcla de este herbicida con clomazone ofrecieron controles de esta especie superiores a 75%, en tanto que con el testigo tradicional solamente se obtuvo un control superior al de los cuatro tratamientos en que se utilizó cihalofop-butilo (Cuadro 4).

Cihalofop-butilo y bispiribac-sodio solos o en mezcla con herbicidas residuales ofrecieron un control más eficiente de *E. colona* que la aplicación secuencial de propanil, utilizada tradicionalmente en este cultivo y representan una alternativa para disminuir el uso de este herbicida y a la vez, retrasar la aparición de biotipos de malezas gramíneas con resistencia a propanil. Es importante contar con dos o tres alternativas de control químico con herbicidas de diferente modo de acción y enfatizar el uso de las mezclas, pues en algunos casos la resistencia puede desarrollarse en

pocos ciclos desde que un nuevo herbicida comienza a utilizarse (Riches *et al.* 1996, Kim *et al.* 2000).

Toxicidad al arroz

A los 7 DDA, la mayor toxicidad al arroz (10,3%) se observó en las parcelas del testigo tradicional, en las que se aplicó propanil en dos ocasiones, siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Con la dosis mayor de propanil y la mezcla de propanil con clomazone la toxicidad fue mayor a 5%, mientras que con las dosis menores de propanil y bispiribac-sodio y las mezclas de cihalofop-butilo con clomazone, cihalofop-butilo con pendimetalina y propanil con pendimetalina, los daños al cultivo fueron menores a 3%. Excepto con la mezcla de cihalofop-butilo con clomazone, en todos los tratamientos se observó una reducción en la toxicidad al arroz a los 15 DDA, y los valores variaron entre 1 y 4%; finalmente, a los 30 DDA, en ninguno de los tratamientos se observaron daños por los tratamientos herbicidas en las plantas de arroz (Cuadro 5). La toxicidad ocasionada al arroz, por los herbicidas está dentro de los rangos normales observados en otros estudios realizados en la región

(Esqueda 2000a, Esqueda y Rosales 2004, Esqueda y Tosquy 2004).

CONCLUSIONES

Cihalofop-butilo a 360 g ia/ha y las mezclas de este herbicida con pendimetalina a 315 + 1.188 g ia/ha y con clomazone a 315 + 480 g ia/ha, controlaron eficientemente *E. colona*, pero su efecto en *C. iria* fue mínimo o nulo.

Bispiribac-sodio aplicado a 22 y 30 g ia/ha y en mezcla con pendimetalina a 22 + 1.188 g ia/ha y clomazone a 22 + 480 g ia/ha controlaron eficientemente *C. iria*, pero su efecto en *E. colona* fue menor al ofrecido por cihalofop-butilo, solo y en mezcla.

Los tratamientos en que se utilizaron cihalofop-butilo y bispiribac-sodio, solos y en mezcla con pendimetalina y clomazone fueron más eficientes para controlar *E. colona* que el tratamiento tradicional de dos aplicaciones secuenciales de propanil.

Todos los tratamientos ocasionaron toxicidad al arroz, sin embargo, ésta fue ligera y desapareció entre los 15 y 30 DDA.

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos en la toxicidad al arroz a los 7, 15 y 30 DDA. Los Macuiles, mpio. de Tres Valles, Veracruz, México. Primavera-Verano 2007.

Tratamiento	Dosis (g ia/ha) ¹	7 DDA	15 DDA	30 DDA
Cihalofop-butilo	315	4,0 cde	3,3 ab	0,0
Cihalofop-butilo	360	4,8 bcd	3,8 a	0,0
Bispiribac-sodio	22	2,8 efg	1,0 d	0,0
Bispiribac-sodio	30	3,5 def	1,8 bcd	0,0
Propanil	2.160	2,3 fg	1,5 cd	0,0
Propanil	2.880	5,8 b	2,3 abcd	0,0
Cihalofop-butilo + clomazone	315 + 480	2,0 g	3,0 abc	0,0
Cihalofop-butilo + pendimetalina	315 + 1.188	2,5 fg	2,3 abcd	0,0
Bispiribac-sodio + clomazone	22 + 480	4,0 cde	2,8 abc	0,0
Bispiribac-sodio + pendimetalina	22 + 1.188	4,8 bcd	1,5 bcd	0,0
Propanil + clomazone	2.160 + 480	5,3 bc	2,5 abcd	0,0
Propanil + pendimetalina	2.160 + 1.188	2,5 fg	2,0 abcd	0,0
Propanil / propanil ²	2.880 / 2.880 f	10,3 a	4,0 a	0,0
Testigo enhierbado	-	0,0 h	0,0 e	0,0

¹ Gramos de ingrediente activo por hectárea.

² Testigo tradicional. Las letras a la derecha provienen la prueba de Tukey (p<0,05). Cantidades con la misma letra en la misma columna no son estadísticamente diferentes. La comparación es entre tratamientos para cada variable.

LITERATURA CITADA

- Alemán, F. 2004. Manual de investigación agronómica: con énfasis en ciencia de la maleza. Imprimatur Artes Gráficas. Managua, Nicaragua. 248 p.
- Bolaños, EA; Villa JT; Valverde, BE. 2001. Respuesta de *Echinochloa colona* (L.) Link a propanil en áreas arroceras selectas de México. Rev. Mex. Ciencia Maleza 1(2): 21-26.
- Esqueda, EVA. 1990. La maleza y su control en arroz de temporal en México. Series Téc. ASOMECEMA 1(1): 12-16.
- _____. 2000a. Control de malezas en arroz de temporal con clomazone, solo y en mezcla con propanil y 2,4-D. Agron. Mesoam. 11(1): 51-56.
- _____. 2000b. Las malezas del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en México. Rev. Mex. Ciencia Maleza. Núm. Especial. p. 63-81.
- _____; Rosales, RE. 2004. Efecto de cihalofop-butilo en el control de malezas gramíneas anuales en arroz de temporal. Agron. Mesoam. 15(2): 173-178.
- _____; Tosquy, OH. 2004. Evaluación de bispiribac-sodio en el control de malezas en arroz de temporal. Agron. Mesoam. 15(1): 9-15.
- Fischer, AJ; Granados, E; Trujillo, D. 1993. Propanil resistance in populations of junglerice (*Echinochloa colona*) in Colombia rice fields. Weed Sci. 41:201-206.
- Florez, JA; Fischer, AJ; Ramirez, H; Duque, MC. 1999. Predicting rice yield losses caused by multispecies weed competition. Agron. J. 91:87-92.
- Fontanilla, JM; Ruiz-Santaella, JP; Garrido, R; De Prado, R. 2001. Efecto de diferentes formulaciones de propanil sobre arroz (var. Bahía) y *Echinochloa crus-galli*. In: De Prado, R.; Jorrín, J. V. eds. Uso de herbicidas en la agricultura del Siglo XXI. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Córdoba, España. p. 433-439.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4 ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 130 p.
- Garro, JE; De La Cruz, R; Merayo, A. 1993. Estudio del crecimiento de materiales de *Echinochloa colona* (L.) Link. susceptibles y tolerantes al propanil. Manejo Integrado de Plagas 26: 39-43.
- Gomez, KA; Gomez, AA. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2 ed. Wiley, New York, USA. 680 p.
- Ito, M; Kawahara, H; Asai, M. 1998. Selectivity of cyhalofop-butyl in Poaceae species. J. Weed Sci. and Technol 43: 122-128.
- Kim, D; Caseley, JC; Brain, P; Riches, CR; Valverde, BE. 2000. Rapid detection of propanil and fenoxaprop resistance in *Echinochloa colona*. Weed Sci. 48(6): 695-700.
- Leah, JM; Caseley, JC; Riches, CR; Valverde, BE. 1995. Age-related mechanisms of propanil tolerance in jungle-rice, *Echinochloa colona*. Pest. Sci. 43:347-354.
- Little, MT; Hills, FJ. 1998. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 2 ed. Trillas. México, D. F. 270 p.
- Mallory-Smith, CA; Retzinger, EJ. Jr. 2003. Revised classification of herbicides by site of action for weed resistance management strategies. Weed Technol. 17: 605-619.
- Mann, R; Lassiter, R; Simpson, D; Grant, D; Richburg, J; Langston, V. 2000. Cyhalofop, a new postemergence graminicide in rice. In: Reynolds, D. B. ed. Proceedings Southern Weed Science Society 53rd Annual Meeting. Tulsa, OK, USA. p. 169-170
- Ntanos, DA; Koutroubas, SD; Mavrotas, C. 2000. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control in water-seeded rice (*Oryza sativa*) with cyhalofop butyl. Weed Technol. 14: 383-388.

- Olivares, SE. 1994. Paquete estadístico de diseños experimentales (programa de cómputo) versión 2.5. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N. L., México.
- Ortiz, A; Pacheco, M; Pérez, V; Ramos, R; Sejías, E. 1999. Identificación de biotipos de *Echinochloa colona* (L.) Link, potencialmente resistentes al propanil en Venezuela. Rev. COMALFI 26: 21-27.
- Riches, CR; Caseley, JC; Valverde, BE; Down, VM. 1996. Resistance of *Echinochloa colona* to ACCase inhibiting herbicides. In: de Prado, R; Jorrín, J; García-Torres, L; Marshall, G. eds. Proceedings of the International Symposium on Weed and Crop Resistance to Herbicides. European Weed Research Society. Cordoba, Spain. p. 14-16.
- Rosales, RE; Sánchez, CR. 2006. Clasificación y uso de herbicidas por su modo de acción. Folleto Técnico No. 35. SAGARPA. INIFAP. CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tam., México. 65 p.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2008. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Avances de siembras y cosechas. (en línea). Consultado 13 mar. 2008. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx>
- Smith, R. J. Jr. 1961. 3,4-Dichloropropionanilide for control of barnyardgrass in rice. Weeds 3:318-322.
- Stauber, LG; Nastasi, P; Smith Jr., RJ; Baltazar, A; Talbert, R. 1991. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and sprangletop (*Leptochloa fascicularis*) control in rice (*Oryza sativa*). Weed Technol. 5(2): 337-344.
- Thomson, WT. 1993. Agricultural chemicals. Book II Herbicides. Thomson Publications. Fresno, CA, USA. 310 p.
- Tosquy, VOH; Esqueda, EVA; Vásquez, HA; Vargas, GAB; Meneses, MI. 2005. Comportamiento de componentes tecnológicos en arroz de temporal en el estado de Veracruz. Rev. Fitotec. Mex. 28(1): 77-82.
- VALENT. 2000. Regiment (bispyribac-sodium) a new postemergence rice herbicide. Technical Information Bulletin. Valent USA Corp. 4 p.
- Valverde, BE; Riches, CR; Caseley, JC. 2000. Prevención y manejo de malezas resistentes a herbicidas en arroz: experiencias en América Central con *Echinochloa colona*. Cámara de Insumos Agropecuarios. San José, Costa Rica. 135 p.

