

## EFECTO SINERGICO DE THIOBENCARB SOBRE BISPYRIBAC-SÓDICO PARA EL CONTROL DE *ECHINOCHLOA PHYLLOPOGON* EN ARROZ IRRIGADO EN CALIFORNIA

Albert J. Fischer <sup>(1)</sup>, David P. Cheetham <sup>(1)</sup>, Francesco Vidotto <sup>(2)</sup>. <sup>1</sup> University of California, Vegetable Crops Department, 1 Shields Ave., Davis, CA 95616, USA; <sup>2</sup> Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del Territorio, Università degli Studi di Torino, Via Leonardo Da Vinci, 44, 10095 Grugliasco, Torino, Italy

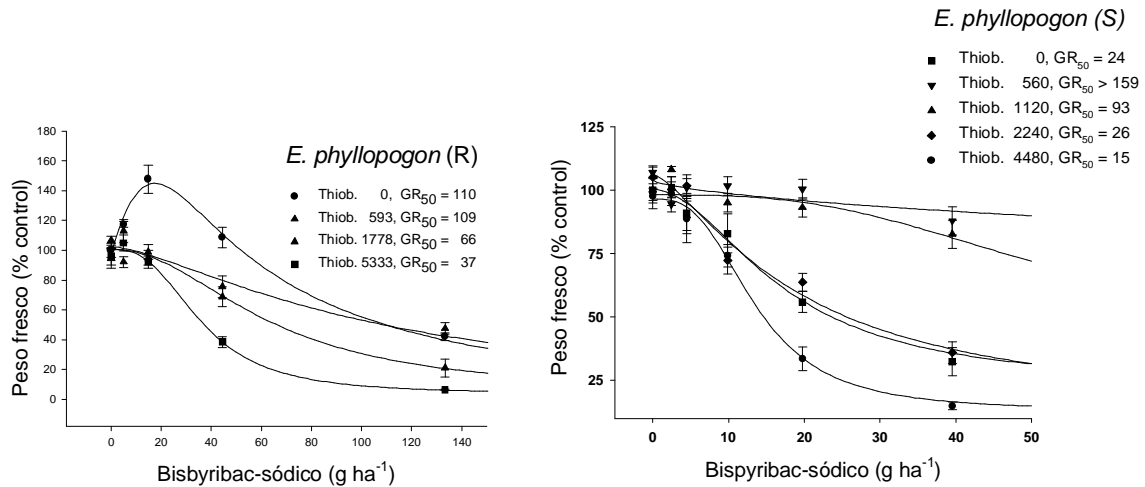
Palabras clave: resistencia, sinergismo, análisis de Colby

El arroz de riego en California es sembrado bajo agua y el cultivo suele mantenerse bajo inundación continua. Esta práctica ha sido exitosa para suprimir malezas problema como la *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. var. *crus-galli*, pero ha favorecido la proliferación de especies que pueden germinar y emerger bajo lámina de agua. Tal es el caso de especies de *Echinochloa* de semilla grande como *E. phyllopogon* (Stapf) Koss (ECHPH). Biotipos de esta especie presentan resistencia simultánea a la mayoría de los herbicidas disponibles para arroz en California (Fischer et al. 2000) y se encuentran ampliamente dispersos por casi toda el área arrocera. Bispyribac-sódico (BSP) es un inhibidor de la ALS ha sido recientemente introducido a California para el control de *Echinochloa* spp. en arroz con excelentes resultados, pero ya existe resistencia (por metabolismo) a este herbicida en ECHPH (Fischer et al. 2000b). BSP suele presentar cierta fitotoxicidad al arroz que se caracteriza por una disminución de crecimiento y supresión de raíces. El empleo de sinergistas permite reducir dosis, incrementar la eficacia del herbicida, retrasar el desarrollo de resistencia por cuanto dosis menores reducen la presión de selección que favorece la resistencia (Gressel 1990), y a veces reducir fitotoxicidad

Entre 2001 y 2003 se condujeron cuatro experimentos de invernadero y dos de campo. A) respuesta a dosis en invernadero: se aplicaron dosis crecientes de BSP solas o en mezcla con diferentes dosis de thiobencarb (concentrado emulsionable). No se utilizó surfactante en las mezclas, pero un surfactante siliconado (0.125% v/v) fue adicionado a BSP aplicado solo. Las aplicaciones se hicieron sobre plantas de ECHPH (susceptibles y resistentes) al estado de 5 hojas – 1 macollo. Veinte días después de las aplicaciones (DDA) se cosechó y pesó la biomasa fresca de cuatro plantas por pote. Se ajustaron regresiones (Streibig et al. 1993; Brain y Cousens, 1989) a las curvas de respuesta y se calculó la dosis de BSP (sólo o en mezcla con thiobencarb) que reducía la producción de biomasa de ECHPH en 50% (GR<sub>50</sub>). Se presentan datos representativos. B) Estudio de campo: fue conducido cerca de Biggs, CA con arroz 'M-202' con un diseño de bloques al azar y cuatro repeticiones, utilizando varias dosis de BSP solo o en combinación con dosis de thiobencarb. Las aplicaciones se hicieron cuando el arroz y la ECHPH estaban entre el estado de 5 hojas – 1 macollo. El campo fue drenado para las aplicaciones y a las 48 horas posteriores se restableció una lámina de agua de 11 cm. El empleo de surfactantes fue como en A. A los 7 DDA se hizo una observación visual del porcentaje de daño al cultivo (retardo de crecimiento y raleo) y a los 28 DDA se hizo una observación visual del porcentaje de control de ECHPH, finalmente se evaluó el rendimiento de arroz a la cosecha. Los datos de daño y control se analizaron utilizando el método de Colby (1967).

Los experimentos de invernadero mostraron variaciones en la GR<sub>50</sub> de BSP al mezclarlo con diversas dosis de thiobencarb que por sí solas no tenían ningún efecto sobre la ECHPH (Fig. 1). Se observaron efectos tanto sinérgicos (reducción de la GR<sub>50</sub>) como antagonísticos (incremento de la GR<sub>50</sub>), probablemente relacionados a interacciones de thiobencarb con procesos enzimáticos de degradación de BSP en plantas de ECHPH. BSP es metabolizado en

ECHPH por monooxigenasas de tipo citocromo P450, y elevados niveles de actividad cyt P450 le confieren resistencia a este herbicida (Fischer, et al. 2000b).



Tiocarbamatos como thiobencarb interactuar de diversas formas con tales monooxigenasas, incluso ser inhibidores de su actividad (Devine et al. 1993), en cuyo caso se comportarían como sinergistas. De todas formas se observó de forma consistente que dosis de tiobencarbo entre 5.333 y 4.5 g ha<sup>-1</sup> al mezclarlas con BSP permitían reducir su GR<sub>50</sub> entre 30 y 63 en ECHPH susceptible al herbicida y en más del 50% con ECHPH resistente. BSP suele ser menos activo bajo condiciones de invernadero y para un mismo nivel de actividad, las dosis de campo son menores. Por lo tanto, si bien se había documentado la interacción sinérgica entre ambos herbicidas, era necesario aún verificar las dosis de campo. Los experimentos de campo mostraron efectos sinérgicos significativos (P < 0.05) según la prueba de Colby con dosis de thiobencarb de 1.1 (2002) y 2.2 (2001 y 2002) kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 1 y Fig. 2). En 2001 la mezcla resultó sinérgicamente menos fitotóxica sobre el arroz (Tabla 1). Cuando se considera la contribución de todas las dosis de BSP con las dos dosis sinérgicas de thiobencarb (2002), se aprecia que el efecto sinérgico de las mezclas para controlar ECHPH bajo condiciones de campo disminuyó a medida que se incrementaba la dosis de BSP (Fig. 2). Se concluye que es posible incrementar sinérgicamente la actividad de BSP sobre ECHPH susceptible y resistente a herbicidas mediante mezclas con thiobencarb.

Tabla 1. Efecto sinérgico sobre el control de *Echinochloa phyllopogon* (ECHPH) con mezcla de bispyribac-sódico y thiobencarb en dos experimentos de campo.

Herbicida	Dosis g ha <sup>-1</sup>	Daño al arroz (14 DDA)		Control de ECHPH (28 DDA)	
		2001	2002	2001	2002
		----- % -----		----- % -----	
Control sin tratar	-	-	-	0	0
thiobencarb	2240	2.5±4.3	0±0	7.5±4.3	10
bispyribac-Na	10	3.8±1.3	0±0	70±0	76
Thiob. + bisp.-Na	2240 + 10	0±0*	0±0	93±4.7*	99±1.3*

\* Significativamente ( $P < 0.05$ ) menor (daño) or mayor (control de ECHPH) que el valor esperado de Colby (1967) según una prueba  $t$  a una cola; se hizo una transformación angular (arcoseno) de los datos para análisis.

El efecto sinérgico en última instancia dependerá de la interacción entre las dosis de ambos herbicidas. Este efecto puede incluso resultar en una reducción de la fitotoxicidad de BSP sobre el arroz. Estas mezclas no requieren de la adición del surfactante siliconado que debe normalmente emplearse con BSP, el efecto del surfactante se obtiene mediante los aditivos contenidos en la formulación de thiobencarb (CE). Bajo las condiciones de estos experimentos de campo, las dosis más adecuadas fueron de 10 g ha<sup>-1</sup> BSP y entre 1,1 y 2.2 kg ha<sup>-1</sup> de thiobencarb aplicadas con arroz y ECHPH al estado de 5 hojas hasta un macollo. Aplicaciones sobre arroz previas al estado de 4 hojas pueden resultar en excesivo daño al arroz.

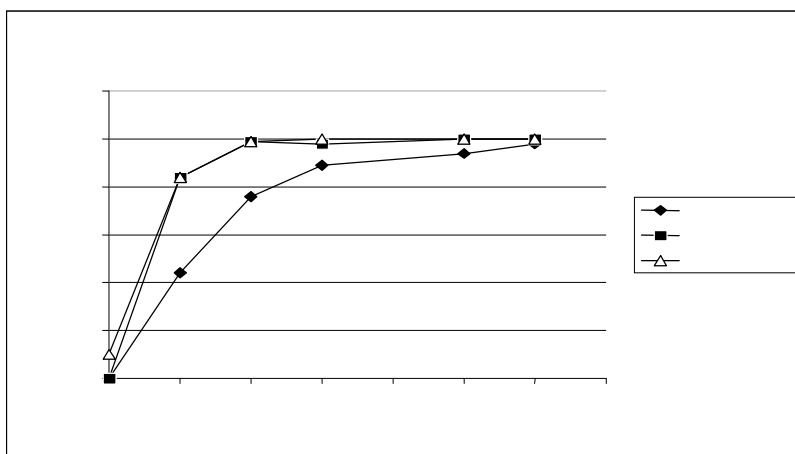


Figura 2. Sinergismo en el control de *Echinochloa phyllopogon* (ECHPH) a campo con bispyribac solo o en mezclas con thiobencarb (g ha<sup>-1</sup>).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FISCHER, A.J., CM. ATEH, D.E., BAYER, J.E. HILL. **Herbicide-resistant *Echinochloa oryzoides* and *E. phyllopogon* in California *Oryza sativa* fields.** Weed Science 48 (2000) 225.

FISCHER, A.J., D.E. BAYER, M.D. CARRIERE, C.M. ATEH, K.O. YIM. **Mechanisms of resistance to bispyribac-sodium in an *Echinochloa phyllopogon* accession.** Pesticide Biochemistry and Physiology 68 (2000b) 156.

GRESSEL, J. **Synergizing herbicides.** Reviews of Weed Science 5 (1990) 49.

STREIBIG, J.C., M. RUDEMO, J.E. JENSEN. **Dose-response curves and statistical models,** in: J.C. Streibig, P. Kudsk (Eds.), Herbicide Bioassays, Boca Raton, FL: CRC. pp. 29-55.

BRAIN, P., COUSENS, R. **An equation to describe dose-responses where there is stimulation of growth at low doses.** Weed Research (1989) 29.

COLBY, S.R. **Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide mixtures.** Weeds 15 (1967) 20.

DEVINE, M.D., S.O. DUKE, C. FEDTKE. **Physiology of Herbicide Action.** New Jersey: Prentice Hall, 1993. pp. 356-394.