



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Entre Ríos
Estación Experimental Agropecuaria Paraná

Control de *Echinochloa colona* resistente a glifosato para barbecho químico- Evaluación de graminicidas postemergentes fop y dim

Metzler M.J.¹ y Ahumada M.^{1,2}

¹Grupo Ecofisiología Vegetal y Manejo de Cultivos. INTA EEA Paraná

²FCA-UNER

Introducción

El género *Echinochloa* consta de unas 50 especies, incluyendo subespecies y variedades (Michael, 1983). Las plantas de este género varían mucho y su taxonomía es confusa (Yabuno, 1983). Además de que su taxonomía también es confusa, hay formas de *E. colona* que varían en el hábito de crecimiento, longitud de la inflorescencia y tamaño de las espiguillas, lo que refleja la dificultad para establecer límites entre especies del género *Echinochloa* spp., debido a la gran variabilidad, que se asocia con la hibridación y la adaptación al ambiente (Strehl y Pavao Vianna, 1977).

E. colona es nativa de la India, pero ahora se distribuye como maleza en más de 60 países entre los 45° norte y los 40° sur (Holm *et al.*, 1977). La planta es erecta o ligeramente postrada. Es una maleza de las regiones cálidas y requiere un período libre de heladas de 60-200 días al año, temperatura media 16-25 °C y abundante humedad para el crecimiento vegetal y la dispersión de semillas (Roche y Muzik, 1964). Rahn *et al.* (1968) informaron que esta maleza crece en un rango de humedad que va desde el 35 al 65%. Las plantas que siguieron creciendo en suelos saturados o en condiciones parcialmente sumergidas, pero de manera vertical. El aumento de la altura de *E. colona* está directamente relacionado con la temperatura. En la primavera, cuando las temperaturas son bajas, el crecimiento es lento, pero las plantas crecen muy rápidamente en el calor del verano (Vengris *et al.*, 1966b). Las especies de *Echinochloa* tienen la capacidad de producir una gran cantidad de semilla. Norris (1996) encontró que una planta de *E. crus-galli* puede producir hasta 20000 semillas, las que germinan inmediatamente después de los primeros aguaceros. Por su parte Azmi *et al.* (1995) registraron una producción de hasta 48000 semillas en plantas de esta especie bajo condiciones controladas. La floración y la fructificación comienzan unos 45 días después de la emergencia y se extienden hasta que las plantas completen su maduración; después de este período inician la senescencia con el desprendimiento de las semillas (Ramakrishnan, 1960). Por lo general la semilla madura y se desprende antes de la cosecha del cultivo. Las semillas de *E. colona* se dispersan a través de la maquinaria agrícola, los roedores, aves y animales mayores.

En la provincia de Santa Fe, a partir de la campaña 2005/06 se informaron casos de poblaciones de *E. colona* resistentes a glifosato aplicado en dosis estándar de 720 a 1080 g.e.a. ha⁻¹ (2 a 3 l ha⁻¹ de glifosato L.S. 360 g.e.a./litro). Estos casos, en general, se registraron en lotes con más de 5 años de monocultivo de soja y con glifosato como herbicida principal, no obstante también se ha detectado este problema en lotes agrícolas con rotación de cultivos (Papa *et al.*, 2010). En la provincia de Entre Ríos se tienen datos fehacientes de biotipos de esta especie resistente a glifosato en los departamentos La Paz y Gualaguay (Metzler, datos no publicados). Algunos herbicidas con modo de acción diferente a glifosato, cuyo espectro de acción incluye a *E. colona*, son: imazetapir, graminicidas selectivos postemergentes (haloxifop R metil; quizalofop P tefuril, etc.), pendimetalín, clomazone, acetoclor, etc. (Papa *et al.*, 2010b).

El objetivo del ensayo fue estudiar el comportamiento de graminicidas post-emergentes Fop y Dim en combinación con diferentes coadyuvantes y evaluar el comportamiento de estos

herbicidas en mezcla con glifosato (antagonismo) para comparar la eficacia y consistencia de estos en el control de *Echinocloa colona*.

Materiales y Métodos

Diseño del experimento

El experimento se realizó el 20 de diciembre 2013 en un lote con infestación natural de *Echinocloa colona* (3 macollos) en la localidad de Sa Pereira, provincia de Santa Fe (Figura 1). Se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizados con 3 repeticiones. El tamaño de cada unidad experimental fue de 3 m de ancho por 5 m de longitud. Los tratamientos de herbicidas se expresan en gramos o mililitros por hectárea (g o ml ha⁻¹) de formulación comercial. Se emplearon tres graminicidas postemergentes inhibidores de la (ACCasa) tales como: haloxifop metil, fluazifop y cletodim en combinación con diferentes coadyuvantes, además de evaluar el comportamiento de estos herbicidas en mezcla con glifosato (Tabla 1). Los dos primeros pertenecen a los grupos químicos Ariloxifenoxipropiónicos (tipo fop) y cletodim a los grupos químicos Ciclohexadionas (tipo dim).

Se empleó una mochila de presión constante por fuente de CO₂ equipada con una barra de 4 boquillas con pastillas Teejet 8001 a 50 cm de separación, a una presión de 2,7 bares y erogando un caudal de 115 litros ha⁻¹ a una velocidad de 4 km h⁻¹.

Se realizó una evaluación visual a los 20 y 40 días después de la aplicación (DDA), cuya variable fue porcentaje de control respecto del testigo apareado.



Figura 1. Coordenadas cartográficas georreferenciadas del lote con infestación natural de *Echinocloa colona*.

Tabla 1. Tratamientos de herbicidas, dosis en mililitros de producto formulado (p.f.) o gramos equivalente ácido (g e.a.) por hectárea (ha⁻¹).

Nº	Producto	Dosis g. e.a. o ml p.f. ha ⁻¹
1	Haloxifop 53 % + MSO 1% ¹ + s-metolaclo 96 %	250 ml + 1 % vol. + 1200 ml
2	Haloxifop 53 % + glifosato ² + MSO 1% ¹	250 ml + 2000 ml + 1 % vol.
3	Haloxifop 53 % + MSO 1% ¹	250 ml + 1 % vol.
4	Haloxifop 53 % + (ac. vegetal metilado + organosiliconado)	250 ml + 250 ml
5	Haloxifop 53 % + (ac. vegetal metilado + organosiliconado) + s.d.a. ³	250 ml + 250 ml+ 1.5 % vol.
6	Fluazifop 35 % + MSO 1% ¹ + s-metolaclo 96 %	700 ml + 1 % vol. + 1200 ml
7	Fluazifop 35 % + glifosato ² + MSO 1% ¹	700 ml + 2000 ml + 1 % vol.
8	Fluazifop 35 % + MSO 1% ¹	700 ml + 1 % vol.
9	Fluazifop 35 % + (ac. vegetal metilado + organosiliconado)	700 ml + 250 ml
10	Fluazifop 35 % + (ac. vegetal metilado + organosiliconado) + s.d.a. ³	700 ml + 250 ml+ 1.5 % vol.
11	Cletodim + MSO 1% ¹ + s-metolaclo 96 %	500 ml + 1 % vol. + 1200 ml
12	Cletodim + glifosato ² + MSO 1% ¹	500 ml + 2000 ml + 1 % vol.
13	Cletodim + MSO 1% ¹	500 ml + 1 % vol.
14	Cletodim + (ac. vegetal metilado + organosiliconado)	500 ml + 250 ml
15	Cletodim + (ac. vegetal metilado + organosiliconado) + s.d.a. ³	500 ml + 250 ml+ 1.5 % vol.
16	Imazetapir 10 % + S-Metolaclo 96 % + glifosato ²	1000ml + 1200 ml + 2000 ml

¹MSO: aceite vegetal metilado, ²Glifosato: 504 g.e.a., ³s.d.a.: sulfato de amonio

Análisis estadístico

Los datos se sometieron a análisis de varianza (INFOSTAT, 2007) para probar los efectos de los herbicidas en el control. Se empleó el test de Fisher de diferencia mínima significativa (LSD) para detectar las diferencias entre las medias de los tratamientos.

Resultados y Discusión

Comparación general de principios activos

En el momento de realizar este trabajo la maleza estaba en un avanzado estado de desarrollo (3 macollos). A los 20 DDA no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos con haloxifop fluazifop y cletodim (Tabla 2), mientras que imazetapir registró una menor eficacia respecto de los graminicidas postemergentes A los 40 DDA, haloxifop se destacó por sobre el resto, fluazifop y cletodim no se diferenciaron entre si y el promedio de control de ambos fue un 5% menor que haloxifop. La mejor performance de haloxifop pudo deberse a la dosis utilizada, ya que la misma equivale 1,1 litros ha⁻¹ de haloxifop R. Papa (comunicación personal) informó controles altamente eficaces de esta maleza con dosis de 0,6 litros ha⁻¹ de haloxifop R con un desarrollo menor de la misma. Imazetapir no registró mejora en su performance respecto de 20 DDA para el control de esta maleza.

Tabla 2. Porcentaje de control de los diferentes principios activos evaluados a los 20 y 40 DDA.

Herbicidas	DDA	
	20	40
Haloxifop metil 53%	85 a	90 a
Fluazifop 35%	83 a	85 b
Cletodim	85 a	86 b
Imazetapir 10%	75 b	75 c

Letras distintas indican diferencias significativas (p≤0,05).

Haloxifop

A los 40 DDA se observaron los mayores valores de eficacia en el control (Figura 2).

El agregado de s-metolacoloro a la mezcla de haloxifop metil 53% + MSO 1% (Figura 3) no realizó ningún aporte positivo en cuanto al control y no se diferenció estadísticamente del resto de los tratamientos, con excepción de haloxifop metil 53 % + sulfosato. No obstante el agregado de un gramínicida preemergente es muy importante cuando la cobertura es escasa y permite a éste llegar a la superficie del suelo, ya que previene la emergencia de nuevos individuos provenientes del banco de semillas. La combinación de haloxifop metil 53% + sulfosato mantuvo una mayor tendencia al rebrote y la misma se podría incrementar con un mayor tamaño de maleza (Tabla 3).

El agregado de sulfato de amonio no mejoró significativamente ($p \geq 0,05$) la eficacia del tratamiento 4.

Tabla 3. Porcentaje de control y test de diferencia de medias de la combinación de haloxifop metil 53% con diferentes coadyuvantes a los 20 y 40 DDA.

T	Herbicidas	DDA	
		20	40
1	Haloxifop metil 53% + MSO 1% + s-metolacoloro 96 %	85 a	91 a
2	Haloxifop metil 53% + glifosato + MSO 1%	82 b	87 b
3	Haloxifop metil 53% + MSO 1%	86 a	91 a
4	Haloxifop metil 53% + (ac. vegetal metilado + organosiliconado)	85 a	91 a
5	Haloxifop metil 53% + (ac. vegetal metilado + organosiliconado) + s.d.a	86 a	90 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)



Figura 2. Eficacia en el control de *Echinocloa colona* a los 20 DDA de la combinación de haloxifop metil 53% + MSO 1%. A la izquierda de la línea roja testigo sin control.

Fluazifop

A los 20 DDA este activo tuvo una eficacia similar respecto a haloxifop (Tabla 4), mientras que a los 40 DDA el porcentaje de control promedio disminuyó en un 5% respecto al primero. Se observó además un rebrote incipiente cuando se mezcló con glifosato. Por su parte el resto de los tratamientos (6, 8, 9 y 10) no presentaron diferencias estadísticas entre sí (Tabla 4, Figura 3).

Tabla 4. Porcentaje de control y test de diferencia de medias de la combinación de fluazifop 35% con diferentes coadyuvantes a los 20 y 40 DDA.

T	Herbicidas	DDA	
		20	40
6	Fluazifop 35%+ MSO 1%+ s-metolacoloro 96%	83 a	86 a
7	Fluazifop 35%+ glifosato + MSO 1%	81 b	83 b
8	Fluazifop 35%+ MSO 1%	84 a	86 a
9	Fluazifop 35%+ (ac. vegetal metilado + organosiliconado)	84 a	85 a
10	Fluazifop 35%+ (ac. vegetal metilado + organosiliconado) + s.d.a	83 a	85 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).



Figura 3. Eficacia en el control de *Echinocloa colona* a los 20 DDA de la combinación de fluazifop 35 % + (ac. vegetal metilado + organosiliconado). A la derecha de la línea roja testigo apareado sin control.

Cletodim

Este principio activo tuvo un comportamiento muy similar a fluazifop tanto a los 20 como a los 40 DDA (Tabla 5). El agregado de sulfosato disminuyó la acción de cletodim (Figura 4).

Tabla 5. Porcentaje de control y test de diferencia de medias de la combinación de cletodim con diferentes coadyuvantes a los 20 y 40 DDA.

T	Herbicidas	DDA	
		20	40
11	Cletodim + MSO 1% + s-metolacoloro 96%	83 a	84 a
12	Cletodim + glifosato ² + MSO 1%	80 b	81 b
13	Cletodim + MSO 1%	82 a	86 a
14	Cletodim + (ac. vegetal metilado + organosiliconado)	84 a	86 a
15	Cletodim + (ac. vegetal metilado + organosiliconado) + s.d.a.	85 a	86 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).



Figura 4. Eficacia en el control de *Echinocloa colona* a los 40 DDA de la combinación de cletodim + MSO 1%. A la derecha de la línea roja testigo apareado sin control.

Conclusiones

Para las condiciones en las que se realizó este experimento se puede concluir que tanto los herbicidas ariloxifenoxipropiónicos (fop's) como las ciclohexadionas (dim's) tienen un desempeño similar en la eficacia de control, fundamentalmente a los 20 DDA, mientras que a los 40 DDA el mejor control aportado por haloxifop puede deberse a la dosis empleada. La combinación con sulfosato con los tres activos (haloxifop, cletodim y fluazifop) disminuyó la acción herbicida por parte de los graminicidas.

Bibliografía

- AZMI M., MASHHOR M., ITOH K. and H. WATANABE 1995. Life cycle and seed longevity of *Echinochloa crus-galli* complex in direct seeded rice in Malaysia. In: Proceeding of 15 Asian Pacific Weed Science Conference, Tsukuba, Japan. p. 505-511.
- HOLM L.G., PLUCKNETT D.L., PANCHO J.V. and J.P. HERBERGER 1977. The World's worst weeds-distribution and biology. University Press of Hawaii, Honolulu, Hawaii, p. 609
- INFOSTAT 2007. Infostat version 2007. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- MICHAEL P.W. 1983. Taxonomy and distribution of *Echinochloa* species with special reference to their occurrence as weeds of rice. Weed Control in Rice. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines. p. 291-306.
- NORRIS R. 1996. Morphological and phenological variation in barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in California. Weed Science 44:804-814.
- PAPA J.C., TUESCA D. y L. NISENSHON 2010. Control tardío de rama negra (*Conyza bonariensis*) sobre individuos sobrevivientes a un tratamiento previo con glifosato. INTA EEA Oliveros. Para mejorar la producción Soja 45:81-84.
- RAHN E.M., SWEET R.D., VENGRIS J. and S. DUNN 1968. Life history studies as related to weed control in the Northeast. 5. Barnyardgrass. University of Delaware, Agricultural Research Station, Bulletin 368:1-46.
- RAMAKRISHNAN P.S. 1960. Ecology of *Echinochloa colonum* Link. Proceedings of the Indian Academy of Sciences 11:73-92.
- ROCHE B.F. and T.J. MUZIK 1964. Physiological study of *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. and the response of its biotypes to Sodium 2,2 dichloropropionate. Agronomy Journal 56:155-160.
- STREHL T. and M. PAVAO VIANNA 1997. *Echinocloa colona* (L.) Link, o capim arroz em nossas lavouras. Lavoura Arrozeira 30:8-11.
- VENGRIS J., HILL F.R. and D.L. FIELD 1966b. Clipping and regrowth of barnyardgrass. Crop Science 6:342-344.
- YABUNO T. 1983. Biology of *Echinochloa* species. Proceeding of the Conference on Weed Control in Rice, 31 August-4 September 1981, Philippines. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines. p. 307-318.