
Evaluación de herbicidas residuales preemergentes para el control de *Echinochloa crus-galli* en Entre Ríos

Metzler M.J.¹ y Ahumada M.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, lo hicieron 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 completan 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, las aves y los animales mayores.

El momento de emergencia de las malezas es importante para el éxito del manejo de malezas. La competencia por los recursos puede afectar el crecimiento y el desarrollo de las malezas, los individuos que surgen durante las etapas tempranas del crecimiento del cultivo tienen mayor capacidad de competir bien con los mismos (Gibson *et al.*, 2002). Según Mitich (1990), *Echinochloa crus-galli* puede producir hasta 1 millón de semillas por planta en condiciones ideales de crecimiento, pero la producción de semillas puede ser muy plástica dependiendo de las condiciones del cultivo, la disponibilidad de nutrientes y la duración del día (Maun y Barrett, 1986). Por otra parte, la fecundidad de *Echinochloa crus-galli* puede verse seriamente afectada por la competencia de los cultivos asociados (Lindquist y Kropff, 1996; Gibson *et al.*, 2003). El grado de competencia depende del tiempo de emergencia de las malezas en relación con el cultivo (Cowan *et al.*, 1998) y en el tipo de cultivo (Clay *et al.*, 2005).

En Ontario, Canadá, Bosnic y Swanton (1997) investigaron la producción de semillas de *Echinochloa crus-galli* en maíz e informaron que a una densidad de 10 plantas m⁻² de esta maleza produjo hasta 34600 semillas m⁻² cuando el cultivo tenía 3 hojas diferenciadas, mientras que fue de sólo de 2800 semillas m⁻² cuando el maíz tenía 4 hojas. En Grecia, con una densidad similar de 5 a 10 plantas m⁻², *Echinochloa crus-galli* produjo hasta 1300 semillas por planta cuando la maleza emergió con el cultivo y de 170 semillas por planta cuando la emergencia de la maleza se retrasó hasta el estado fenológico de 6 hojas del maíz (Travlos *et al.*, 2011). Asimismo, en Dakota del Sur, EE.UU., con una densidad de 1 a 3 plantas m⁻² de *Echinochloa crus-galli* la producción de semillas varió de 3385 semillas por planta (antes de la emergencia del maíz) a 158 semillas por planta (cuando la emergencia de la maleza coincidió con un maíz de 2 hojas) (Clay *et al.*, 2005). En arroz, la producción varió de 2800 semillas por planta cuando la maleza emergió con el cultivo a 100 semillas por planta cuando la emergencia de *Echinochloa crus-galli* fue 45 días después de la emergencia de arroz (Chauhan y Johnson, 2010). En soja, sin embargo, Clay *et al.*, (2005) reportaron que esta maleza no produjo semillas maduras.

Las semillas de *Echinochloa spp.* solamente permanecen viables por un corto tiempo en las capas superficiales del suelo, pero la persistencia aumenta cuanto mayor es la profundidad de las de semillas. Sólo el 1-2% de las semillas permanece viable después de dos años a una profundidad de 0 a 2 cm, en contraste con aproximadamente 20% restante después de dos años a una profundidad de 10 cm (Widderick *et al.*, 2010)

El entierro de semilla a través de labranzas y otras operaciones generalmente aumentará la persistencia de las mismas, pero si éstas están enterradas profundamente, la emergencia disminuye en particular para las gramíneas de semilla pequeña. Por lo tanto, el impacto de la labranza dependerá de las especies de malezas presentes (Widderick *et al.*, 2010)

En la provincia de Santa Fe, a partir de 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 Gualeguay (Metzler, datos no publicados).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el comportamiento de herbicidas residuales preemergentes para el control de *Echinochloa crus-galli* en dos localidades de la provincia de Entre Ríos, con dos alternativas diferentes de manejo cultural (siembra directa y con remoción de suelo).

Materiales y Métodos

Diseño del experimento

El experimento se realizó en dos localidades, a) Santa Anita (departamento Uruguay) y b) La Paz (departamento La Paz).

a) Santa Anita (-32.188525° -58.835641°)

El experimento se realizó el 12 de octubre de 2015 en un lote con infestación natural de *Echinochloa crus-galli*, sobre un barbecho de soja, con posible resistencia a inhibidores de la ALS, el primer flujo de emergencia de la maleza fue controlado mediante la remoción de suelo con dos pasadas de rastra de disco.

b) La Paz (-30.572328° -59.177723°)

En esta localidad la aplicación se realizó el 28 de octubre 2015 en un lote con infestación natural de *Echinochloa crus-galli*, como preemergente de un cultivo de soja, donde el primer flujo de emergencia de la maleza fue controlado mediante la aplicación de 2000 ml ha⁻¹ de paraquat y 1000 ml ha⁻¹ de aceite vegetal metilado, bajo un modelo productivo de siembra directa.

En ambos sitios 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. Los tratamientos se evaluaron a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación (DDA) (Tabla 1). En La Paz además se realizó otro experimento, evaluando la acción de pyroxasulfone (graminicida preemergente residual) solo con diferentes dosis del activo y en mezcla con flumioxazin con diferentes dosis de ambos herbicidas (Tabla 2). Para evaluar la eficacia de control se realizó una observación visual utilizando una escala subjetiva de control de malezas de 0 a 10 (Alvarez *et al.*, 1974), donde 0 correspondió al 0% de control y 10 al 100% de control de las malezas. Para un análisis más claro de los tratamientos, se dividió en cada localidad, en dos grupos diferentes, tomando como criterio a los inhibidores de la PPO aplicados solo o en combinación con otros activos en un grupo y en otro a los herbicidas que no pertenecen a este mecanismo de acción. Se evaluó la fitotoxicidad en aquellos herbicidas que no están recomendados para este cultivo. La misma se evaluó a través de la escala de la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWS) (Chaila, 1986) (Tabla 3).

Tabla 1. Herbicidas residuales preemergentes evaluados en ambos sitios experimentales, Santa Anita y La Paz.

T	Herbicidas	Dosis (g·ml p.c ha⁻¹)
1	Testigo sin control	
2	Flumioxazin + saflufenacil	60 + 120
3	Sulfentrazone	500
4	Flumioxazin + clomazone	2000 + 150
5	Flumioxazin	150
6	Flumioxazin	200
7	Flumioxazin + clorimuron	150 + 100
8	Sulfentrazone + clorimuron	500 + 80
9	Flumioxazin + imazetapir	500
10	Sulfentrazone + metribuzin	1400
11	Sulfentrazone + diclosulam	500 + 35
12	Saflufenacil + imazetapir	140
13	Flumioxazin + acetoclor	120 + 2000
14	Flumioxazin + S-metolacoloro	120 + 1000
15	Flumioxazin (Sulfometuron + clorimuron)	100 + 150
16	(Saflufenacil + imazetapir) + dimetenamida	140 + 1000
17	Clomazone	2000
18	Acetoclor	2000
19	S-metolacoloro	1000
20	(Saflufenacil + imazetapir)	200
22	Imazapir + imazetapir	114
23	Imazapic + imazapir	114
24	Imazapir	200
25	Diclosulam + aceite vegetal metilado	40
26	(Sulfometuron + clorimuron)	100
27	(Iodosulfuron + thienencarbazone metil)	50

Tabla 2. Evaluación de pyroxasulfone solo y en mezcla con flumioxazin en la localidad de La Paz.

T	Herbicidas	Dosis (g·ml p.c ha⁻¹)
1	Testigo sin control	
2	Pyroxasulfone	120
3	Pyroxasulfone	160
4	Pyroxasulfone	200
5	Pyroxasulfone	240
6	Pyroxasulfone	300
7	Pyroxasulfone + flumioxazin	115 + 140
8	Pyroxasulfone + flumioxazin	160 + 120
9	Pyroxasulfone + flumioxazin	200 + 120
10	Clorimuron + flumioxazin	220
11	Flumioxazin	140
12	Diclosulam	35

La aplicación en ambas localidades se realizó con 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.

Tabla 3. Escala ordinal propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS) para evaluar el control de malezas y su fitotoxicidad al cultivo y su interpretación agronómica y porcentual.

Valor	Efecto en la maleza	Efecto en el cultivo
1	Muerte completa	Sin efecto
2	Muy buen control	Síntomas muy ligeros
3	Buen control	Síntomas ligeros
4	Suficiente en la práctica	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento
-----Límite de aceptabilidad-----		
5	Control medio	Daño medio
6	Regular	Daño elevado
7	Pobre	Daños muy elevado
8	Control muy pobre	Daños severo
9	Sin efecto	Muerte completa

Transformación de la escala EWRS a porcentual

Valor	Control de maleza %	Fitotoxicidad al cultivo %
1	99,0 - 100	0,0 - 1,0
2	96,5 - 99,0	1,0 - 3,5
3	93,0 - 96,5	3,5 - 7,0
4	87,5 - 93,0	7,0 - 12,5
5	80,0 - 87,0	12,5 - 20,0
6	70,0 - 80,0	20,0 - 30,0
7	50,0 - 70,0	30,0 - 50,0
8	1,0 - 50,0	50,0 - 99,0
9	0,0 - 1,0	99,0 - 100

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

a) Santa Anita

Las lluvias acumuladas desde la aplicación hasta la última observación fueron de 101 mm. Del análisis de los inhibidores de la PPO se desprende que el mejor desempeño correspondió a la combinación de clomazone en mezcla con flumioxazin, que observó niveles de control superiores al 80% en las evaluaciones correspondientes a los 30 y 45 DDA,, lo que fue un indicador evidente de una persistencia superior a los restantes tratamientos. También a los 30 DDA brindaron un nivel de control superior al 80%, estadísticamente similar al aportado por clomazone + flumioxazin, flumioxazin aplicado solo a 200 g p.c. ha⁻¹ y la mezcla de éste con acetoclor, sulfometuron + clorimuron y diclosulam. Sin embargo, las dos últimas combinaciones presentaron una caída de eficacia igual o inferior al 80% como consecuencia de los nuevos nacimientos registrados, lo cual podría ser atribuido a una reducción en el suelo de la concentración por debajo de un nivel biológico suficientemente activos (Tabla 4).

Tabla 4. Evaluación de herbicidas inhibidores de la PPO solos y en combinación con otros residuales preemergentes en la localidad de Santa Anita.

T	Herbicidas	Control %		
		15 DDA	30 DDA	45 DDA
1	Testigo sin control			

2	Flumioxazin + saflufenacil	40 g	74 d	58 de
3	Sulfentrazone	53 de	50 f	44 f
4	Flumioxazin + clomazone	57 cd	90 a	86 a
5	Flumioxazin	60 bcd	84 bc	65 bcde
6	Flumioxazin	66 b	87 ab	71 bc
7	Flumioxazin + clorimuron	29 g	68 e	57 e
8	Sulfentrazone + clorimuron	46 ef	43 g	30 g
10	Sulfentrazone + metribuzin	47 ef	50 f	33 fg
11	Sulfentrazone + diclosulam	64 bc	86 bc	72 b
12	Saflufenacil + imazetapir	65 bc	75 d	70 bcd
13	Flumioxazin + acetoclor	84 a	88 ab	87 a
14	Flumioxazin + S-metolaclo	66 b	81 c	72 b
15	Flumioxazin (Sulfometuron + clorimuron)	57 cd	86 b	76 ab

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

Con los tratamientos en base a cloracetamidas, dimetnamida, inhibidores de la ALS y clomazone, los impactos logrados fueron inferiores al 80% en aquellos casos donde las ALS fueron aplicadas solas, tanto a los 30 y 45 DDA (Tabla 5). Sin embargo, cuando un herbicida inhibidor de la ALS, como es el caso de imazetapir, en la mezcla comercial con saflufenacil se combinó con una dimetnamida se obtuvieron resultados satisfactorios de control, superiores al 80% en ambas instancias de medición. Esta posible resistencia a inhibidores de la ALS en *Echinochloa crus galli* en Entre Ríos ya fue reportada por otros autores (Metzler y García, 2015). Clomazone y acetoclor presentaron eficacias similares y no se diferenciaron estadísticamente entre sí, tanto a los 30 (90 y 89%, respectivamente) como a los 45 DDA (84 y 82%, respectivamente) (Tabla 5). De lo expuesto se vislumbra que la posible resistencia a inhibidores de la ALS (no probada científicamente aún) comienza a afectar el control de esta maleza y que ya es necesario o al menos en función de lo que se observó en este sitio de estudio, comenzar a combinar en mezcla de tanque a este mecanismo de acción con otro diferente para controlar a *Echinochloa crus galli* y disminuir también la presión de selección del mismo, sobre otras malezas.

Tabla 5. Evaluación de herbicidas residuales preemergentes que no pertenecen al mecanismo de acción inhibidores de la PPO en la localidad de Santa Anita

T	Herbicidas	Control %		
		15 DDA	30 DDA	45 DDA
16	(Saflufenacil + imazetapir) + dimetenamida	74 a	90 a	83 a
17	Clomazone	74 a	90 a	84 a
18	Acetoclor	65 b	89 a	82 bc
19	S-metolaclo	63 b	59 d	75 ab
20	(Saflufenacil + imazetapir)	55 c	59 d	56 c
22	Imazapir + imazetapir	63 b	50 e	33 d
23	Imazapic + imazapir	73 a	76 b	78 ab
24	Imazapir	38 ab	61 d	58 c
25	Diclosulam + aceite vegetal metilado	35 f	76 b	76 ab
26	(Sulfometuron + clorimuron)	50 d	70 c	66 bc
27	(Iodosulfuron + thiencazone metil)	43 e	60 d	40 d

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



Figura 1. Testigo absoluto sin control a los 45 DDA en la localidad de Santa Anita.



Figura 2. Eficacia de la combinación de clomazone + flumioxazin a los 45 DDA en la localidad de Santa Anita.



Figura 3. Eficacia de la combinación de (saflufenacil + imazetapir) + dimetenamida a los 45 DDA en la localidad de Santa Anita.



Figura 4. Eficacia de acetochlor de a los 45 DDA en la localidad de Santa Anita.

b) La Paz

Las lluvias acumuladas desde la aplicación hasta la última observación fueron de 348 mm. En cuanto a la evaluación de la eficacia de los tratamientos, tanto a los 30 y 45 DDA, el mejor desempeño correspondió a la combinación de clomazone en mezcla con flumioxazin, que fue igual o superior al 90% en ambas instancias. Para los mismo periodos de observación (30 y 45 DDA), brindaron un nivel de control superior al 80% los tratamientos de flumioxazin aplicado solo a 200 g p.c ha⁻¹, la mezcla de éste con acetoclor, (sulfometuron + clorimuron) y sulfentrazone + diclosulam (Tabla 6).

Tabla 6. Evaluación de herbicidas inhibidores de la PPO solos y en combinación con otros residuales preemergentes en la localidad de La Paz.

T	Herbicidas	Control %		
		15 DDA	30 DDA	45 DDA
1	Testigo sin control			
2	Flumioxazin + saflufenacil	48 fg	55 e	65 e
3	Sulfentrazone	31 l	39 g	43 h
4	Flumioxazin + clomazone	74 a	92 a	90 a
5	Flumioxazin	62 cd	81 bc	80 c
6	Flumioxazin	71 a	87 ab	88 ab
7	Flumioxazin + clorimuron	42 h	46 f	60 f
8	Sulfentrazone + clorimuron	45 gh	48 f	60 f
9	Flumioxazin + imazetapir	57 de	62 d	72 d
10	Sulfentrazone + metribuzin	55 e	65 d	48 g
11	Sulfentrazone + diclosulam	56 e	86 b	86 ab
12	Saflufenacil + imazetapir	54 ef	85 b	85 b
13	Flumioxazin + acetoclor	68 ab	86 b	86 b
14	Flumioxazin + S-metolacoloro	63 bc	76 c	79 c
15	Flumioxazin (sulfometuron + clorimuron)	60 cde	86 b	87 ab

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

Flumioxazin + clomazone obtuvo un control igual o superior al 90 %, tanto a los 30 DDA (94 %) y 45 DDA (90 %) y se diferenció estadísticamente del resto (Tabla 6). Por su parte, las mezclas comerciales de (saflufenacil + imazetapir) + dimetenamida, imazapic + imazapir, (sulfometuron + clorimuron), y finalmente acetoclor, diclosulam y imazapir, aplicados solos, superaron el 80 % de control a los 30 y 45 DDA (Tabla 7). En esta localidad no está presente la posible resistencia a inhibidores de la ALS, sin embargo, de acuerdo a lo observado en Santa Anita, respecto de esta problemática, es recomendable y necesario, comenzar a combinar en mezcla de tanque herbicidas con mecanismo de acción diferente para controlar a *Echinochloa crus galli* y disminuir también la presión de selección sobre otras malezas. Esto último ya fue reportado por Evans *et al.* (2015) donde la aparición de *Amaranthus rudis* resistente a glifosato fue mayor en los lotes donde se utilizó glifosato más del 75 % de las temporadas de cultivo y en los que se practicó rotación de herbicidas anualmente, mientras los productores que utilizaron 2,5 mecanismos de acción promedio por aplicación, tuvieron una probabilidad 83 veces menor de hallar resistencia al glifosato en relación a los productores que mezclaron 1,5 mecanismos de acción en promedio.

Tabla 7. Evaluación de herbicidas residuales preemergentes que no pertenecen al mecanismo de acción inhibidores de la PPO, en la localidad de La Paz.

T	Herbicidas	Control %		
		15 DDA	30 DDA	45 DDA
16	(Saflufenacil + imazetapir) + dimetenamida	75 ab	92 ab	86 ab
17	Clomazone	78 a	94 a	90 a
18	Acetoclor	68 bc	86 de	83 bc
19	S-metolacolor	52 d	75 f	78 c
20	(Saflufenacil + imazetapir)	75 a	92 bc	86 ab
22	Imazapir + imazetapir	50 d	71 g	66 d
23	Imazapic + imazapir	71 ab	85 e	87 ab
24	Imazapir	75 ab	89 bcd	79 c
25	Diclosulam + aceite vegetal metilado	60 c	89 bcd	89 a
26	(Sulfometuron + clorimuron)	62 c	89 bcd	87 ab
27	(Iodosulfuron + thienicarbazone metil)	46 d	75 f	80 c

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

En la Tabla 8 se muestra que flumioxazin y pyroxasulfone (160 ml p.c. ha^{-1}) aplicados solos a los 30 y 45 DDA alcanzaron un valor de eficacia igual o superior al 80% en ambas observaciones. Pyroxasulfone solo en dosis de 200, 240 y 300 ml p.c ha^{-1} , en ambas instancias de evaluación, alcanzaron valores iguales o superiores al 90 % en todos los casos, excepto en la dosis de 300 ml p.c ha^{-1} a los 45 DDA (88 %), no obstante no se diferenció estadísticamente del resto, sin embargo los resultados más consistentes se lograron con la combinación de pyroxasulfone y flumioxazin (200 y 120 ml p.f. ha^{-1} , respectivamente) con un promedio de 93 % de control de las dos evaluaciones (30 y 45 DDA).

En cuanto a la fitotoxicidad del cultivo y a pesar de ser una variedad de soja no STS, no se registró fitotoxicidad en las combinaciones de clorimuron y sulfometuron e imazapic + imazapyr, excepto un efecto fitotóxico de grado 2 en la escala EWRS (Tabla 2) en imzapir aplicado solo 200 ml p.c ha^{-1} a los 30 DDA, tampoco se registraron daños en el cultivo por efecto de pyroxasulfone, en ninguna de las dosis evaluadas, ni cuando se combinó a éste con flumioxazin (Tabla 3).

Tabla 8. Evaluación de pyroxasulfone y en mezcla con flumioxazin, como herbicidas residuales preemergentes en el control de *Echinochloa crus galli*, en la localidad de La Paz.

T	Herbicidas	Control %		
		15 DDA	30 DDA	45 DDA
2	Pyroxasulfone (120 ml p.c ha^{-1})	48 fg	55 f	65 e
3	Pyroxasulfone (160 ml p.c ha^{-1})	57 de	81 c	85 b
4	Pyroxasulfone (200 ml p.c ha^{-1})	74 ab	92 ab	90 a
5	Pyroxasulfone (240 ml p.c ha^{-1})	74 ab	92 ab	90 a
6	Pyroxasulfone (300 ml p.c ha^{-1})	71 ab	91 b	88 ab
7	Pyroxasulfone + flumioxazin (115 + 140 ml p.c. ha^{-1})	42 g	65 e	73 d
8	Pyroxasulfone + flumioxazin (160 + 120 ml p.c. ha^{-1})	68 bc	83 c	86 ab
9	Pyroxasulfone + flumioxazin (200 + 120 ml p.c. ha^{-1})	78 a	96 a	90 a
10	Clorimuron + flumioxazin	55 def	74 d	61 e
11	Flumioxazin (140 ml p.c. ha^{-1})	62 cd	81 c	80 c
12	Diclosulam (35 g p.c. ha^{-1})	54 ef	89 b	86 ab

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



Figura 5. Testigo absoluto sin control a los 30 DDA, en la localidad de La Paz.



Figura 6. Eficacia de la combinación de clomazone + flumioxazin a los 30 DDA, en la localidad de La Paz.

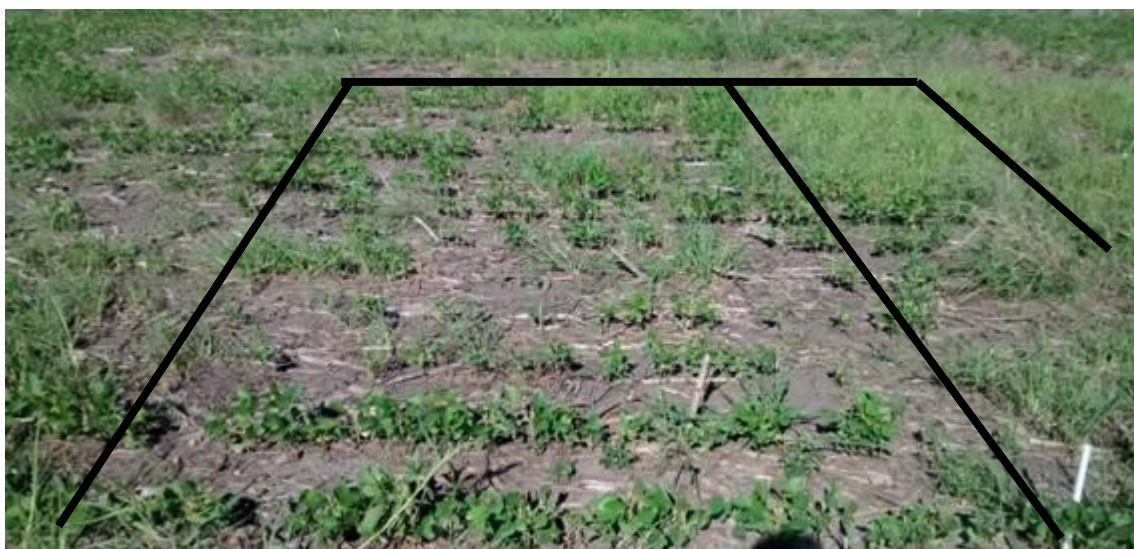


Figura 7. Eficacia de la combinación de pyroxasulfone + flumioxazin ($200 + 120 \text{ ml p.c ha}^{-1}$) a los 30 DDA, en la localidad de La Paz.



Figura 8. Eficacia de la combinación de imazapir a los 30 DDA, en la localidad de La Paz.



Figura 9. Eficacia de diclosulam a los 30 DDA, en la localidad de La Paz.



Figura 10. Eficacia de la combinación (Sulfometuron + clorimuron) a los 30 DDA, en la localidad de La Paz.

Conclusiones

En este ensayo se destacaron varias alternativas para el manejo de *Echinochloa crus galli*, en donde la aplicación de los herbicidas residuales debe sincronizarse con las lluvias y el flujo de emergencia de la maleza, teniendo en cuenta que este último factor se correlaciona con las lluvias. Por lo que la aplicación del herbicida dependerá de cómo se estén dando las lluvias en el año. Además, en Entre Ríos es importante tener en cuenta que esta maleza presenta un riesgo de resistencia a ALS, de la cual puede depender el éxito o el fracaso de estos herbicidas con este mecanismo de acción en su control.

Clomazone tuvo muy buen comportamiento en el control de la maleza, en ambas localidades (Santa Anita y La Paz).

Flumioxazin aplicado solo (200 ml p.c ha⁻¹), fue más consistente en ambas localidades. Además la combinación de este con clomazone fue muy eficaz en ambos sitios, lo cual amplía el espectro de control de preemergencia a malezas de hoja ancha como *Conyza spp.* por parte de flumioxazin y en gramíneas el efecto combinado de ambos.

En Santa Anita el comportamiento de los inhibidores de la ALS, fue inferior al esperado, por efecto de la posible resistencia de esta maleza a representantes de herbicidas de este mecanismo de acción.

En cuanto a las cloacetamidas acetoclor fue más consistente en ambas localidades que s-metolaclo, tanto cuando se los aplicó a los mismos solos o en combinación con flumioxazin. En Santa Anita, la mezcla de (saflufenacil + imazetapir) + dimetenamida, por efecto de esta última fue más eficaz respecto a la aplicación de un inhibidor de la ALS solo o mezcla de ambos activos del mismo mecanismo, por ejemplo (sulfometuron + clorimuron), (lodosulfuron + thiencazuron metil) o (Imazapic + imazapir). Esto demuestra que la combinación en mezcla de tanque de herbicidas con diferente mecanismo de acción amplía el espectro de control de malezas, cuando la especie es resistente a uno de los herbicidas de la misma, pero susceptible al otro, además, donde no hay resistencia a ninguno de los herbicidas aplicados en la combinación, esta técnica permite retardar sensiblemente el proceso de resistencia en la maleza.

Pyroxasulfone solo, en dosis de 200, 240 y 300 ml p.c ha⁻¹ alcanzaron valores iguales o superiores al 90 % en todos los casos excepto en la dosis de 300 ml p.c ha⁻¹ a los 45 DDA, no obstante no se diferenciaron estadísticamente del resto, sin embargo los resultados más consistentes se lograron con la combinación de pyroxasulfone y flumioxazin (200 y 120 ml p.f. ha⁻¹ respectivamente) con un promedio de 93 % de control de las dos evaluaciones. Estos resultados de ser consistentes en el tiempo, estarían aportando una nueva herramienta química para el control de *Echinochloa crus galli*, con un mecanismo de acción diferente al de los inhibidores de la ALS.

Bibliografía

- ALVEZ A., PIEDRACHITA W., LÓPEZ H., KOGAN M., ESPINOSA E., HELFGOTT S. y R. HANSEN 1974. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación de ensayos de control de malezas. II Reunión de ALAM, Cali, Colombia. Revista ALAM I: 35-38.
- 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.
- BOSNIC A. and C.J. SWANTON 1997. Influence of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) time of emergence and density on corn (*Zea mays*). Weed Science 45:276-282.
- CHAILA S. 1986. Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y de control. Malezas 14(2):5-78.
- CHAUHAN B.S. and D.E. JOHNSON 2010. Growth and reproduction of junglerice (*Echinochloa colona*) in response to water stress. Weed Science
- CLAY S. A., KLEINJAN J., CLAY D.E., FORCELLA F. and W. BATCHELOR 2005. Growth and fecundity of several weed species in corn and soybean. Agronomy Journal 97:294-302.
- COWAN P., WEAVER S.E. and C.J. SWANTON 1998. Interference between pigweed (*Amaranthus spp.*), barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and soybean (*Glycine max*). Weed Science 46:533-539.

- EVANS J.A., TRANEL P.J., HAGER A.G., SCHUTTE B., WU C., CHATHAM L. A. and A.S. DAVIS 2015. Managing the evolution of herbicide resistance. Pest Management Science (in press). DOI:10.1002/ps.4009.
- GIBSON K.D., FISCHER A.J., FOIN T.C. and J.E. HILL 2002. Implications of delayed *Echinochloa* spp. Germination and duration of competition for integrated weed management in water-seeded rice. Weed Research 42:351-358.
- GIBSON K.D., FISCHER A.J., FOIN T.C. and J.E. HILL 2003. Crop traits related to weed suppression in water-seeded rice (*Oryza sativa* L.). Weed Science 51:87-93.
- HOLM L., PLUCKNETT G.D., PANCHO L. and J.P. HERBERGER 1977. The World's worst weeds-distribution and biology. University Press of Hawaii, Honolulu, Hawaii. 609 p.
- LINDQUIST J.L. and M.J. KROPFF 1996. Applications of an ecophysiological model for irrigated rice (*Oryza sativa*) *Echinochloa* competition. Weed Science 44:52-56.
- MAUN M.A. and S.C.H. BARRETT 1986. The biology of Canadian weeds. 77. *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. In: Canadian Journal of Plant Science 66:739-759.
- METZLER M. y E. GARCIA.2015. Alerta, "capín" *Echinocloa crus-galli* con posible resistencia a inhibidores de la acetolactato sintetasa en Entre Ríos y Corrientes http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-alerta_echinocloa_sospecha_de_resistencia.pdf (Verificación: julio 2016)
- 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.
- MITICH, L.W. 1990. Intriguing world of weeds: barnyardgrass. Weed Technology 4:918-920.
- 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 D. BACIGUALUPPO 2010. Detección reciente en la provincia de Santa Fe de Biotipos de *Echinochloa colona* sospechosos de presentar resistencia a glifosato. <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-deteccin-reciente-en-la-provincia-de-santa-fe-de-biot.pdf> (Verificación: julio 2016).
- 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. e M. PAVAO VIANNA 1977. *Echinochloa colona* (L.) Link, o capim arroz em nossas lavours. Lavoura Arrozadeira 30:8-11.
- TRAVLOS I.S., ECONOMOU G. and P.J. KANATAS 2011. Corn and barnyardgrass competition as influenced by relative time of weed emergence and corn hybrid. Agronomy Journal 103:1-6.
- VENGRIS J., HILL F.R. and D.L. FIELD 1966b. Clipping and regrowth of barnyardgrass. Crop Science 6:342-344.
- WIDDERCK M., OSTEN V. and S. WALKER 2010. Managing difficult to control weeds in summer crops. Proceedings of the 1st Australian Summer Grains Conference, Gold Coast, Australia, 21st – 24th June 2010.
- 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.

