

Control tardío de rama negra (*Conyza bonariensis*) y peludilla (*Gamochaeta spicata*) con herbicidas inhibidores de la protoporfirin-IX-oxidasa previo a un cultivo de soja.

■ Juan Carlos Papa⁽¹⁾; Daniel Tuesca⁽²⁾; Luisa Nisensohn⁽²⁾

(1) Técnico del G. de T. Protección Vegetal de la EEA Oliveros del INTA. (2) Investigador y docente de la Cátedra de Malezas de la Facultad de Cs. Agrarias de la UNR

Palabras clave: *Conyza bonariensis*, rama negra, *Gamochaeta spicata*, peludilla.

Introducción

En las últimas décadas el enfoque alternativo más utilizado para solucionar el problema de las malezas consistió en el uso de herbicidas. Su alta eficacia condujo a la idea de la erradicación de malezas, continuamente renovada por el desarrollo frecuente de nuevos herbicidas y repetidamente frustrada debido a la compleja realidad del problema. A pesar de la continua generación y sustitución de diversos herbicidas, en las últimas dos décadas no fue posible erradicar a las malezas sino que por el contrario se seleccionaron genotipos tolerantes y/o resistentes a algunos principios activos. El desarrollo y uso de los herbicidas fuera de un marco ecológico, quedó circunscrito a un enfoque de corto plazo que considera sólo la eliminación de la competencia, sin tener en cuenta la verdadera escala espacio-temporal en la que se produce el proceso de enmalezamiento (Guggiellini *et al.*, 2003). La importancia de las malezas en la región sojera núcleo, parece responder a la consolidación de un modelo productivo caracterizado por el predominio de los cultivos sin labranza, por las escasas rotaciones con una marcada tendencia al monocultivo de soja, por la elevada dependencia de unos pocos herbicidas, prácticamente como opción exclusiva para manejar malezas (Vitta *et al.*, 1999), con un indiscutible predominio del glifosato y por una alta proporción de la superficie agrícola en arrendamiento con contratos de corto plazo.

La rama negra (*Conyza bonariensis*) es una especie anual que se multiplica por semillas, las cuales germinan principalmente en otoño e invierno aunque un pequeño porcentaje de las semillas producidas son capaces de germinar en primavera. Su ciclo concluye en primavera-verano. Inicialmente forma una roseta, luego desarrolla tallos erguidos densamente pubescentes, verde grisáceos, de 40 cm a 1,0 m de altura, poco ramificados hacia el ápice. Las plantas al estado reproductivo son de difícil control con glifosato a las dosis de uso (Faccini *et al.* 2008). En los últimos años, esta especie se ha presentado en los sistemas en siembra directa de la región pampeana como una maleza importante y de difícil control con la tecnología de uso actual. En la campaña 2008/2009, probablemente favorecida por las condiciones de sequía atípicas, el desconocimiento de la maleza, la detección tardía del problema, el empleo de subdosis de herbicida, etc., esta especie fue relativamente abundante y los tratamientos realizados con dosis estándar de glifosato a comienzo de primavera, brindaron resultados poco o nada satisfactorios. En numerosos casos, su presencia se extendió hasta el verano llegando a afectar significativamente a cultivos de soja (Tuesca *et al.* 2009).

Acompañando a *C. bonariensis* fue común encontrar poblaciones importantes de peludilla (*Gamochaeta spicata*. Sinónimo: *Gnaphalium spicatum*) la cual es una especie anual o bianual que se multiplica por semillas. Comienza a vegetar en otoño y florece en primavera-verano. Es una planta herbácea, con tallos erectos, simples, foliosos, tomentosos de 10 a 50 cm de altura (Burkart, A. 1974). Algunos trabajos

citan a esta maleza como de difícil control con las tecnologías actualmente disponibles (Papa, 2005).

Los herbicidas inhibidores de la protoporfirino-gen-IX-oxidasa (inhibidores de Protox o PPO) actúan como disruptores de membranas celulares, son aplicados al follaje y presentan muy poca o nula movilidad dentro de la planta. La presencia de luz es imprescindible para la actividad de estos herbicidas originando compuestos que provocan la destrucción de las membranas celulares y como consecuencia, de los tejidos (Kogan, 2003). Una ventaja importante de este grupo de herbicidas es que los casos de resistencia, a nivel mundial son pocos, incluyendo sólo a 4 especies, dentro de las cuales no se encuentran las que son objeto de este estudio (Heap, 2010). El principio activo saflufenacil (BAS800H, Kixor, Heat) es un desarrollo de la empresa BASF que pertenece al grupo anteriormente descrito, a la clase química de las pirimidinadionas y posee actividad de postemergencia así como residual (según la dosis empleada) sobre un rango sumamente amplio de malezas latifoliadas (Grossmann, 2010). Este herbicida es absorbido por las raíces, hojas y brotes de las plantas, se moviliza fundamentalmente por xilema y relativamente poco por floema; la selectividad está asociada a su ubicación física y al metabolismo más rápido en las especies que lo toleran (BASF, 2009). El objeto de este experimento fue evaluar la eficacia de diferentes herbicidas inhibidores de la protoporfirino-gen IX oxidasa, con uso práctico en barbecho químico, aplicados en primavera temprana sobre *C. bonariensis* y sobre *G. spicata*, previo a la siembra de un cultivo de soja.

Material y métodos

El experimento se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Oliveros del INTA, provincia de Santa Fe, Argentina a los 32° 03' de latitud sur y 60° 51' de longitud oeste.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- 1) Glifosato: 1080 g.e.a. ha⁻¹
- 2) Glifosato + 2,4-D: 1080 g.e.a. ha⁻¹ + 400 g.e.a. ha⁻¹
- 3) Saflufenacil + Glifosato: 24,5 g.i.a. ha⁻¹ + 1080 g.e.a. ha⁻¹
- 4) Saflufenacil + Glifosato + Imazaquin: 24,5

g.i.a. ha⁻¹ + 1080 g.e.a. ha⁻¹ + 196 g.i.a. ha⁻¹

5) Saflufenacil + Glifosato + Imazetapir: 24,5 g.i.a. ha⁻¹ + 1080 g.e.a. ha⁻¹ + 100 g.i.a. ha⁻¹

6) Flumioxazin + Glifosato: 72 g.i.a. ha⁻¹ + 1080 g.e.a. ha⁻¹

7) Piraflufen etil + Glifosato: 2,0 g.i.a. ha⁻¹ + 1080 g.e.a. ha⁻¹

8) Carfentrazone + Glifosato: 30 g.i.a. ha⁻¹ + 1080 g.e.a. ha⁻¹

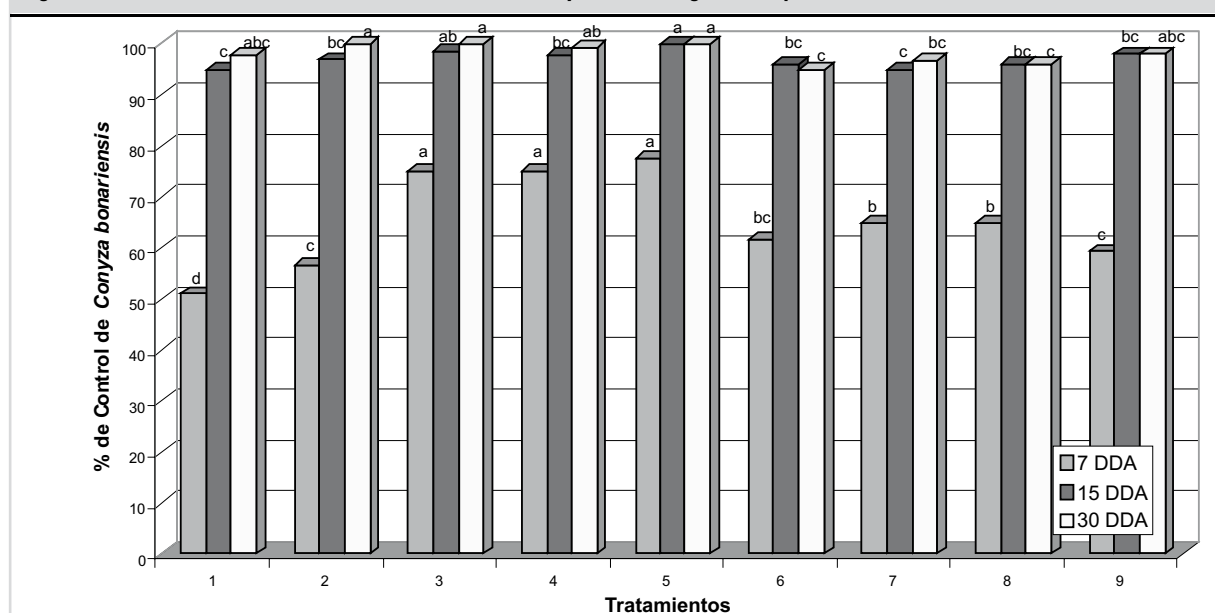
9) Oxifluorfen + Glifosato: 72 g.i.a. ha⁻¹ + 1080 g.e.a. ha⁻¹

10) Testigo sin tratar

Los herbicidas utilizados fueron los siguientes: **glifosato**: formulación líquida soluble de la sal potásica de la N-fosfonometilglicina a una concentración de 506 g.e.a. l⁻¹, marca comercial Sulfosato Touchdown; **2,4-D**: formulación emulsionable del éster butílico a una concentración de 800 g.e.a. l⁻¹; **saflufenacil**: formulación en gránulos dispersables en agua a una concentración de 700 g.i.a. kg⁻¹, marca comercial Heat; **flumioxazin**: suspensión concentrada de 480 g.i.a. l⁻¹, marca comercial Sumisoya; **piraflufen etil**: suspensión concentrada de 20 g.i.a. l⁻¹ marca comercial Ecopart; **carfentrazone**: formulación concentrada emulsionable de 400 g.i.a. l⁻¹, marca comercial Affinity; **oxifluorfen**: formulación concentrada emulsionable de 240 g.i.a. l⁻¹, marca comercial Koltar EC; **imazaquin**: gránulos dispersables en agua a una concentración de 700 g.i.a. kg⁻¹ marca comercial Scepter e **imazetapir**: formulación líquido soluble a una concentración de 100 g.i.a. l⁻¹, marca comercial Pivot H.

La aplicación se realizó el 21 de setiembre de 2009 entre las 13:00 horas y las 16:00 con una temperatura media de 24° C, humedad relativa de 65% y nubosidad de 2/8. El equipo empleado fue una mochila de presión constante por fuente de CO₂ dotada de una barra de 4 boquillas con pastillas Teejet 8001 a 50 cm de separación, operando a una presión de 2 bares y erogando un caudal de 100 l ha⁻¹ a una velocidad de 4 km h⁻¹. El número de impactos cm⁻², registrado con tarjetas hidrosensibles ubicadas en forma plana a nivel del canopeo de las malezas fue de 58.

Las plantas de *C. bonariensis* se encontraban en estado vegetativo, comenzando a elongar el tallo con una longitud media de 7 cm. Las plantas de *G. spicata*, se encontraban en floración con una altura media

Figura 1: Grado de control de *C. bonariensis* a los 7, 15 y 30 días luego de la aplicación.

de 15 cm, ambas en actividad y sin ningún tipo de estrés. Las evaluaciones de grado de control, en porcentaje de 0 a 100%, se realizaron en forma visual a los 7, 15 y 30 días luego de la aplicación.

El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. El tamaño de la unidad experimental (parcela) fue de 3 m de ancho por 12 m de longitud; en cada parcela se dejó aproximadamente 1,0 m sin tratar a modo de testigo apareado con la finalidad de facilitar la evaluación (además de la parcela testigo a razón de una por repetición). Los datos recabados fueron sometidos al

Resultados y discusión

Conyza bonariensis

A los 7 días luego de la aplicación los tratamientos que incluían al saflufenacil mostraron un desempeño significativamente superior lo que indica una elevada velocidad de acción respecto a los restantes inhibidores de protox (Figura 1), estos resultados son consistentes con los efectos descriptos por Grossmann *et al.* (2010). La performance más pobre correspondió al glifosato solo.

A los 15 días después de la aplicación, si bien el saflufenacil continuó destacándose, los restantes tratamientos evolucionaron favorablemente logrando niveles de control similares, tal es el caso de oxifluorfen, carfentrazone, flumioxazin e incluso glifosato + 2,4-D.

A los 30 días luego de la aplicación los tratamientos con saflufenacil se asimilaron estadísticamente a los correspondientes a oxifluorfen, a pirafufen etil así como a glifosato y glifosato más 2,4-D; estos resultados coinciden parcialmente con los enunciados por Loux *et al.* 2008 empleando 2,4-D y algunos herbicidas de contacto como paraquat y metribuzin sobre individuos de *Conyza canadensis* en un estado similar al descrito en este trabajo. Davis *et al.* (2009) encontraron que la aplicación de tratamientos de pre-siembra con acción residual fue una de las mejores opciones para manejar *Conyza canadensis* previo a un cultivo de soja, por otro lado las aplicaciones durante el otoño de herbicidas no residuales resultaron en un aumento en la emergencia de primavera de esa maleza. Los buenos resultados logrados con glifosato como único herbicida pueden ser atribuidos, al menos en parte, a la alta calidad de la formulación empleada.

En ninguna de las fechas de evaluación el imazaquin o el imazetapir realizaron algún aporte diferencial significativo al efecto del saflufenacil sobre los individuos emergidos.

Para cada momento de evaluación, los valores seguidos de igual letra no difieren entre sí según el Test de Duncan a un nivel de $P=0,05$. Los C.V. fueron respectivamente de 2,98%, 4,23% y 4,62% para cada instancia evaluatoria.

Gamochaeta spicata

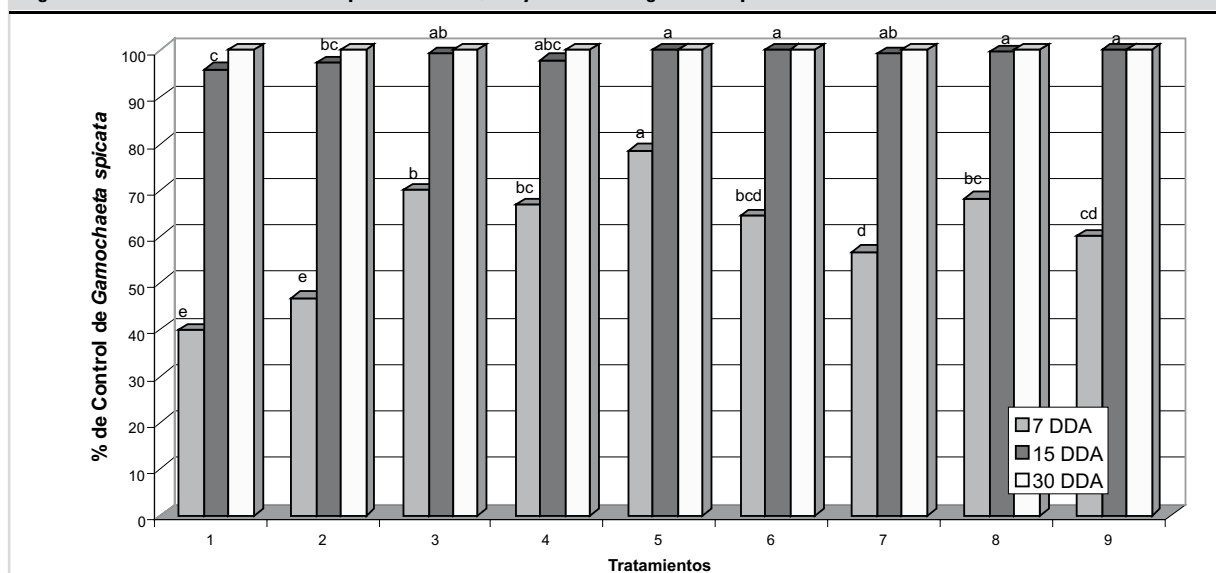
A los 7 días después de la aplicación el mejor desempeño correspondió a la mezcla de saflufenacil con imazetapir. Este tratamiento fue seguido en eficacia por los correspondientes a saflufenacil, saflufenacil + imazaquín, oxifluorfen, carfentrazone y flumioxazín. La performance más pobre correspondió a glifosato y glifosato + 2,4-D. El efecto de los herbicidas de contacto evolucionó y se equiparó estadísticamente a los 15 días de la aplicación, superando el tratamiento con saflufenacil, saflufenacil + imazetapir, flumioxazín, piraflufen etil y oxifluorfen al efecto del glifosato aplicado como único herbicida. A los 30 días luego de la aplicación la totalidad de los tratamientos alcanzaron el máximo grado de control (Figura 2). En general con condiciones ambientales favorables, especialmente en lo referido a temperatura y luz los herbicidas inhibidores de protox actúan mucho más rápido que herbicidas sistémicos tales como glifosato o 2,4-D (Rivas Vidal, A 1997), no obstante estas mismas condiciones ambientales sumadas a plantas sin limitantes de tipo fisiológico permiten que el segundo grupo de productos sea también exitoso, aunque en un plazo de tiempo relativamente mayor. En los casos en los que la velocidad de acción es un factor limitante, los herbicidas inhibidores de la PPO pueden ser la opción más apropiada.

Para cada momento de evaluación, los valores seguidos de igual letra no difieren entre sí según el Test de Duncan a un nivel de $P=0,05$. Los C.V. fueron respectivamente de 5,39% y 3,86% para las

evaluaciones realizadas 7 y 15 días después de la aplicación.

Es importante destacar que sobre el sitio del experimento se sembró un cultivo de soja el 16 de noviembre de 2009 y se continuó con las observaciones sobre las malezas y el cultivo. De estos registros se comprobó que ninguno de los herbicidas evaluados tuvo efectos fitotóxicos sobre las plantas de soja y si bien no se reconocieron nuevas emergencias de rama negra o peludilla, sí las hubieron de otras especies lo que indicó que los únicos tratamientos que aportaron residualidad fueron los correspondientes a saflufenacil + imazaquín + glifosato, que se destacó en el control de *Amaranthus quitensis*, *Chenopodium album* y *Parietaria debilis* (superior al 90% 60 días luego de la aplicación); saflufenacil + imazetapir + glifosato, que contribuyó favorablemente al control de *Amaranthus quitensis*, *Chenopodium album* y *Echinochloa colona* (superior al 90% 60 días después de la aplicación); considerando la dosis que se empleó de saflufenacil, la acción residual tendría su origen casi exclusivamente en las imidazolinonas. En un menor grado que los dos tratamientos anteriores, la mezcla flumioxazín + glifosato contribuyó con un control parcial de *Amaranthus quitensis*, *Chenopodium album* y *Parietaria debilis* (entre el 60 y el 80% 60 días luego de la aplicación).

Figura 2: Grado de control de *G. spicata* a los 7, 15 y 30 días luego de la aplicación.



Conclusión

Considerando las condiciones en las que se realizó el experimento se puede concluir que para ambas especies de malezas objeto del estudio, el saflufenacil expresó la máxima velocidad de acción seguida por los demás inhibidores de la PPO. El glifosato aplicado solo o en mezcla con 2,4-D fueron los tratamientos más lentos pero en un plazo mayor equipararon sus performances a los anteriores.

Los nuevos herbicidas o bien la reintroducción de modos de acción tradicionales sin duda aportarán una mayor diversidad al restringido universo actual de herramientas químicas para el control de malezas. Esto contribuirá a reducir y/o retrasar el surgimiento de nuevos problemas de tolerancia y de resistencia. Es muy importante proteger la utilidad práctica y económica de estas tecnologías, para lo cual habrá que integrarlas a programas de manejo que consideren a la totalidad de los factores involucrados en el problema del enmalezamiento.

Referencias bibliográficas

- BASF 2009. Kixor Herbicide. Manual Técnico. BASF Argentina S.A. Busines Center Sur.
- Burkart, A. 1974. Flora ilustrada de Entre Ríos. Parte VI. Metaclamídeas. Colección Científica tomo VI parte 6. INTA. Pp. 324-328.
- Davis, V.M.; Kruger, G.R.; Young, B.G.; Johnson W.G. 2010. Fall and Spring Preplant Herbicide Applications Influence Spring Emergence of Glyphosate-Resistant Horseweed (*Conyza canadensis*). Weed Technology. 24:1. Pp. 11-19.
- Faccini, D.; Nisensohn, L.; Puricelli, E.; Tuesca, D. y Allieri, L. 2008. Malezas frecuentes en los agroecosistemas de la región sojera núcleo. Parte I. Facultad de Ciencias Agrarias. UNR. y Dow AgroSciences. Pp. 42-43.
- Guglielmini, A.; Batlla, D. y Benech Arnold, R., 2003. Bases para el control y manejo de malezas. Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. Facultad de Agronomía, UBA (ed.). Pp. 581-614.
- Grossmann, K.; Niggeweg, R.; Christiansen, N.; Looser, R. & Ehrhardt, E, 2010. The Herbicide Saflufenacil (Kixor™) is a New Inhibitor of Protoporphyrinogen IX Oxidase Activity. Weed Technology. 58:1. Pp. 1-9.
- Heap, I., 2010. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. PPO inhibitors resistant weeds by species and country. <http://www.weedscience.org/Summary/UspeciesMOA.asp?lstMOAID=8&FmHRACGroup=Go>
- Kogan, M. y Pérez, A. 2003. Herbicidas. Fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Universidad Católica de Chile. Pp. 213-217.
- Loux, M.; Stachler, J.; Nice, G.; Davis, V.; Nordby, D. 2009. Biology and Management of Horseweed. Purdue University Extension.
- Papa, J.C. 2005. Detección de especies de malezas de importancia emergente en el centro-sur de la provincia de Santa Fe. Soja. Para mejorar la producción N° 30. EEA Oliveros del INTA. Pp. 142-146. www.inta.gov.ar/oliveros.
- Rivas Vidal, A. 1997. Herbicidas: Mecanismos de acción e resistencia de plantas. Pp. 63-68
- Tuesca, D.; Nisensohn L.; Papa, J.C y Prieto, G. 2009. Alerta Rama Negra (*Conyza bonariensis*). Maleza problema en barbechos químicos y en cultivos estivales. http://www.inta.gov.ar/actual/alert/09/rama_negra_barbechos.pdf
- Vitta, J.; Faccini, D.; Nisensohn, L.; Puricelli, E.; Tuesca, D.; Tuesca, D. y Leguizamón, E. 1999. Las malezas en la región sojera núcleo argentina. Situación Actual y Perspectivas. Malezas Fac. de Ciencias Agrarias de Rosario, UNR.

