

EFFECTO DE DISTINTOS COADYUVANTES SOBRE LA EFICACIA DE LA MEZCLA GLIFOSATO MÁS SAFLUFENACIL PARA EL CONTROL DE RAMA NEGRA (*Conyza bonariensis*) EN BARBECHO QUÍMICO

Juan Carlos Papa
Protección Vegetal, Manejo de Malezas
EEA Oliveros del INTA
Centro Regional Santa Fe

INTRODUCCIÓN

Desde los albores de la agricultura, el hombre percibió la importancia de la interferencia causada por las malezas sobre los cultivos e invirtió cuantiosos recursos y energía en un esfuerzo denodado para combatirlos; dentro de estos esfuerzos se destaca la continua generación y sustitución de diversos herbicidas en las últimas 3 o 4 décadas los cuales no sólo no posibilitaron la erradicación de las malezas sino que por el contrario, se seleccionaron genotipos tolerantes y/o resistentes a los principios activos más utilizados.

Numerosas especies citadas como tolerantes a glifosato están presentes ya desde la etapa del barbecho y frecuentemente las fallas en su control pueden ser atribuidas a tratamientos tardíos sobre plantas demasiado avanzadas en su ciclo y/o poco receptivas, esto último, como consecuencia de la sobreestimación de los herbicidas en general y del glifosato en particular, sumado a posibles errores de aplicación y dosificación, todo potenciado por la falta de planificación, la falta de monitoreo de los lotes y el escaso o nulo conocimiento de las malezas presentes en el barbecho, las cuales prolongan su presencia en el cultivo y se suman a las propias. Esto constituye lo que podríamos llamar el **“círculo vicioso del mal manejo de malezas”** que se traduce en incremento de los costos, tratamientos fallidos, reclamos a las empresas, pérdida de recursos del sistema, reducción de los rendimientos y finalmente más malezas “duras de matar” para las campañas futuras (Papa, 2009). Así, la presencia de la rama negra en los sistemas productivos agrícolas es, probablemente, el resultado directo de un mal manejo. *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. La rama negra es una maleza presente en pasturas, cultivos anuales de invierno, barbechos y cultivos de verano, principalmente soja en sistemas sin labranza. En los últimos años, esta especie se ha presentado en la región pampeana como una maleza importante y de difícil control con la tecnología de uso actual. En la campaña 2008/2009, tal vez favorecida por las condiciones de sequía atípicas, la detección tardía del problema, el empleo de subdosis de herbicida, etc., esta especie fue relativamente abundante y los tratamientos realizados con dosis normales de glifosato a comienzo de primavera, brindaron resultados poco o nada satisfactorios. Trabajos realizados por investigadores del INTA de Oliveros (Protección Vegetal-Malezas) y de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNR (Cátedra de Malezas) en estrecha articulación, permitieron detectar que la sensibilidad de rama negra a glifosato

estuvo fuertemente condicionada por el tamaño de las plantas. Así individuos relativamente pequeños, en estado de roseta de entre 3 y 8 cm de diámetro fueron bien controladas con dosis normales de glifosato (720 a 1440 g.ea/ha) en tratamientos realizados durante el invierno. Sin embargo esa misma dosis de herbicida aplicada en primavera sobre plantas de rama negra con tallos de 15 a 20 cm de altura no afectó en forma significativa a la maleza la que continuó su ciclo llegando a interferir con cultivos estivales. La combinación con herbicidas hormonales (2,4 D o fluroxipir) mejoró el desempeño del glifosato en el corto plazo y la adición de herbicidas residuales (p.e. sulfonilureas, triazolopirimidinas, triazinas, etc.) logró lo mismo en un plazo mayor (Tuesca *et al.* 2009). Experiencias recientes sobre plantas de *Conyza*, en estado vegetativo avanzado, mostraron que, los herbicidas hormonales, y en especial el 2,4 D, pueden ser exitosamente sustituidos por inhibidores de PPO tales como carfentrazone, flumioxazin, piraflufen, saflufenacil, oxifluorfen, etc. no obstante estos compuestos exhibieron un pobre desempeño sobre plantas elongadas y/o en estado reproductivo (Papa *et al.*, 2010). Esta maleza se caracteriza por ser sumamente agresiva y las pérdidas ocasionadas por su interferencia en soja pueden alcanzar valores del 50% o más por lo tanto, el manejo adecuado y la oportunidad de los tratamientos es de vital importancia. No obstante, el modelo productivo actual, donde una alta proporción de la tierra se encuentra arrendada con contratos de corto plazo determina que, en numerosas oportunidades, se ingrese a los lotes tardíamente, encontrando plantas de rama negra sobrevivientes del invierno o incluso del otoño anterior, en estados avanzados de su ciclo y sumamente rusticadas por las bajas temperaturas y sequía invernal; en esas condiciones, los herbicidas tradicionales, cuya actividad está ligada a una elevada tasa metabólica, son relativamente poco eficaces; herbicidas de contacto como los inhibidores de PPO, en general, muestran un gran impacto en el corto plazo pero en el mediano plazo el rebrote se ha manifestado como un hecho inevitable. Por otra parte, los coadyuvantes son compuestos que no sólo pueden mejorar la llegada del herbicida al follaje sino que también pueden favorecer la absorción y su eficacia general (Papa, 2009) así, la adición de estos compuestos a tratamientos con este grupo de herbicidas podría mejorar su desempeño o retrasar el rebrote a niveles que le permitan al cultivo implantarse minimizando la interferencia temprana de la maleza.

El principio activo saflufenacil (BAS800H, Kixor, Heat) es un desarrollo de la empresa BASF que pertenece al grupo de los inhibidores de la protoporfirinogen IX oxidasa, 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 objetivo de este experimento fue determinar el efecto de la adición de distintos coadyuvantes, difundidos en la Región Sojera Núcleo de Argentina, sobre la eficacia de la mezcla de glifosato más saflufenacil para el control de rama negra (*Conyza bonariensis*) en estado reproductivo.

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 durante la campaña 2010/2011, en un lote con una alta infestación de *C. bonariensis* (superior a 10 individuos por m²), sobre un suelo argiudol típico con más de 10 años de cultivos sin labranzas y con soja como antecesor.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- 1) Glifosato 1080 g.ea./ha + saflufenacil 24,5 g.i.a./ha + Ester metílico de aceite de vegetal al 85% 600 ml/100 l
- 2) Glifosato 1080 g.ea./ha + saflufenacil 24,5 g.i.a./ha + órganosilicona heptametiltrisiloxano 50 ml/100 l
- 3) Glifosato 1080 g.ea./ha + saflufenacil 24,5 g.i.a./ha + nonilfenol etoxilado 10% 100 ml/100 l
- 4) Glifosato 1080 g.ea./ha + saflufenacil 24,5 g.i.a./ha + éster poliglicólico de amina grasa 80% 200 ml/100 l + sulfato de amonio 40% 200 ml/100 l
- 5) Glifosato 1080 g.ea./ha + saflufenacil 24,5 g.i.a./ha + S-Metolacloro 96% 1000 ml/100 l
- 6) Glifosato 1080 g.ea./ha + saflufenacil 24,5 g.i.a./ha
- 7) Glifosato 1080 g.ea./ha
- 8) Testigo sin tratar

El glifosato empleado fue un formulación estándar líquida soluble de la sal isopropilamina a una concentración de 360 g.ea./litro. El aceite vegetal metilado empleado fue Optimizer; la organosilicona fue Silwet L AG; el nonilfenol etoxilado fue X-Trim; el éster poliglicólico de amina grasa fue Lemur ; el sulfato de amonio fue Sulfaplus y el S-metolaclor fue Dual Gold.

Si bien el S-metolaclor no es un coadyuvante, se lo incluyó para evaluar su desempeño como tal como consecuencia de informes personales favorables sobre la posible función activadora del mismo sobre herbicidas inhibidores de PPO (Lanfranconi, 2009).

Según la información suministrada por la empresa Quimeco, fabricante de X-Trim, este aditivo está constituido por una mezcla de nonilfenol y una órganosilicona.

La aplicación se realizó el 17 de noviembre de 2010 sobre plantas de *C. bonariensis* en floración y con una altura media de 40 cm. Se empleó un equipo aspersor tipo mochila de presión constante por fuente de CO₂, dotado de una barra con 4 boquillas a 50 cm de separación y con pastillas Teejet 8001, erogando un caudal de 100 l/ha a una presión de 2 bares y a una velocidad de desplazamiento de 4 km/hora.

El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados con 3 repeticiones con parcelas (unidades experimentales) de 3 m de ancho por 10 metros de longitud.

El impacto de los tratamientos se evaluó visualmente a los 7, 15 y 35 días luego de la aplicación para lo cual se empleó una escala visual en porcentaje respecto al testigo sin tratar. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de la variancia previa transformación a arco seno del valor y retransformación posterior para su presentación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de control logrados, en los mejores tratamientos, fueron consistentes con magnitudes compatibles con efectos de supresión, ya que resultaron inferiores al 80%, no obstante las diferencias registradas permitieron inferir que los coadyuvantes podrían constituirse en herramientas valiosas para mejorar el desempeño de saflufenacil más allá de las condiciones en las que se ejecutó este experimento; esto habilita la posibilidad de realizar un análisis más profundo de los resultados obtenidos.

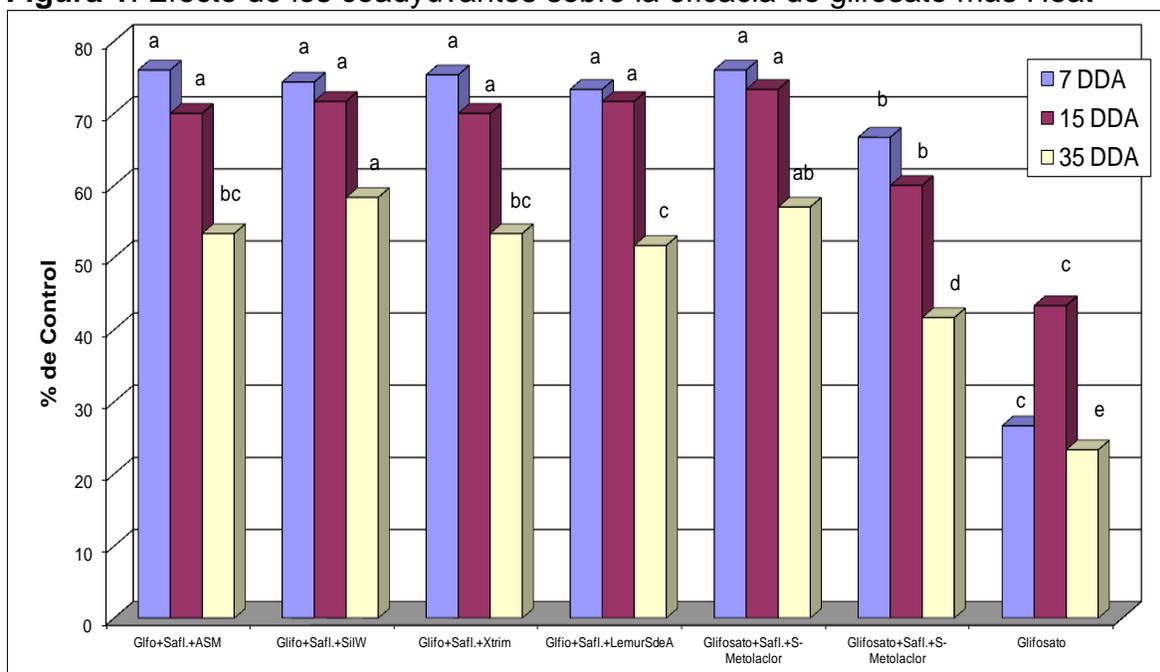
A los 7 días después de la aplicación se apreció un impacto significativamente mayor con la mezcla de glifosato con saflufenacil (67%) respecto al glifosato solo (27%), pero también se registró un desempeño estadísticamente superior de la mezcla de herbicidas con la adición de los coadyuvantes, los cuales no se diferenciaron estadísticamente entre sí con una media de 75% de control; Knezevic *et al.* 2009 obtuvieron incrementos altamente significativos de la actividad biológica de saflufenacil con el uso aceite mineral, aceite vegetal metilado y un tensioactivo no iónico; Kazmierczak *et al.* 2009 registraron un efecto activador de la mezcla de glifosato más saflufenacil como resultado de la adición de aceite vegetal metilado y aceite mineral coadyuvante.

A los 15 días luego de la aplicación, si bien el resultado general fue similar al registrado en la primera instancia, en los tratamientos con saflufenacil, se produjo una leve caída del grado de control respecto a la evaluación anterior, cómo consecuencia del rebrote que ya comenzaba a manifestarse; en el tratamiento correspondiente a glifosato solo, se observó lo contrario lo que podría atribuirse a la falta del herbicida de contacto que hizo que la acción se manifieste con mayor lentitud, no obstante, el impacto de la mezcla glifosato más saflufenacil fue significativamente superior, en todos los casos, al logrado con el glifosato solo, con una media de 71% con aditivos frente a 60% sin aditivos.

A los 35 días de la aplicación la totalidad de los tratamientos evidenciaron una caída del grado de control como consecuencia del rebrote no obstante también aquí los coadyuvantes permitieron que la mezcla de glifosato más saflufenacil alcanzara una performance superior pero, en esta instancia, los resultados se diversificaron y se evidenciaron diferencias de magnitud suficiente como para separar estadísticamente los efectos de los distintos coadyuvante; así el mejor desempeño correspondió a la órgano silicona heptametiltrisiloxano (58%) y al S-metolaclor, actuando como coadyuvante activador (57%) (Figura 1). Estos resultados permiten inferir que la adición de los coadyuvantes al caldo de asperjado, tienen un efecto favorable sobre la actividad biológica de la mezcla de glifosato más saflufenacil y la mejora se manifiesta a través de una mayor velocidad de acción así como también con un menor el rebrote relativo o bien el

retraso del mismo. Sin lugar a dudas, la organosilicona se destacó como un aditivo altamente positivo lo cual puede explicarse como resultado de una mejora en la absorción de los herbicidas (Roggenbuck *et al.* 1993; Krishna & Singh. 1999). Si bien el efecto activador del S-metolaclor fue evidente, no queda clara la vía a través de la cual este herbicida favoreció la acción de la mezcla de glifosato más Heat; resultados similares obtuvo Lanfranconi (2010) con herbicidas inhibidores de PPO; este aspecto debería ser estudiado en profundidad, quizás descomponiendo el S-metolaclor en los constituyentes del producto formulado y analizando el efecto de cada uno de ellos por separado; del mismo modo sería necesario estudiar el efecto activador (y/o complementario) de otros herbicidas de la familia de las amidas tal como la dimetenamida, acetoclor y otros; Frihauf *et al.* 2010, informaron sobre el incremento en la absorción de saflufenacil en plantas de trigo en presencia de aceite mineral y 2,4 D sal amina.

Figura 1: Efecto de los coadyuvantes sobre la eficacia de glifosato más Heat



Los valores seguidos de igual letra no difieren entre sí según el Test de Duncan a un nivel de $P=0,05$.

CONCLUSIONES

Para las condiciones en las que se realizó este experimento se puede concluir que:

- 1) La mezcla de glifosato más saflufenacil tuvo un impacto mayor que el glifosato solo.
- 2) La totalidad de los coadyuvantes evaluados permitieron incrementar la actividad biológica de la mezcla de glifosato más saflufenacil la que se

manifestó como un mayor grado de control y un menor rebrote o bien un retraso en el mismo.

- 3) En un plazo mayor, la organosilicona y el S-metolaclor se destacaron del resto a través de un menor rebrote relativo y/o un retraso evidente del mismo.
- 4) Los coadyuvantes evaluados podrían constituirse en valiosas herramientas capaces de mejorar el desempeño de saflufenacil en un amplio rango de condiciones.

1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASF 2009. Kixor Herbicide. Manual Técnico. BASF Argentina S.A. Busines Center Sur.
- Frihauf, J.C.; Stahlman, P.W. and Al-Khatib, K. 2010. Saflufenacil absorption and translocation in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Pesticide Biochemistry and Physiology. Vol. 98, N° 2, Pp. 243-247.
- 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. Vol. 58, N°1. Pp. 1-9.
- Kazmierczak, A.J.; Zollinger, R.K. and Ries, J.L. 2009. Enhancing saflufenacil with adjuvants and tank-mix partners. North Central Weed Science Society Proceedings 64:83.
<http://www.ncwss.org/proceed/2009/Abstracts/083.pdf>
- Knezevic, S.Z.; Datta, A.; Scott, J. and Carvat, D. 2009. Weed Technology. Vol. 23, N° 3, Pp. 340-345.
- Krishna and Singh. 1992. Organosilicone adjuvant effects on glyphosate efficacy and rainfastness. Weed Technology. Vol. 6, N°2. Pp. 361-365.
- Lanfranconi, L. 2010. Comunicación personal. Información no publicada.
- Papa, J. C. 2009. Los coadyuvantes en los tratamientos herbicidas. FitoAyuda On Line. Artículos Fitosanitarios.
http://www.fitoayuda.com.ar/articulos/articulo_006.htm
- Papa, J.C. 2009. Problemas de malezas en Argentina asociados al modelo productivo actual. Actas XVII Congreso de AAPRESID.
- Papa, J.C.; TUESCA, D. y NISENSOHN L. 2010. Control tardío de rama negra y peludilla con herbicidas inhibidores de protoporfirinogen IX oxidasa previo a un cultivo de soja. Top Ciencia BASF 2010. Para mejorar la producción Soja. EEA Oliveros del INTA. N°45, Pp.85-89.
- Roggenbuck, F.C.; Penner, D.; Burow, R. and Thomas, B. 2006. Study of the enhancement of herbicide activity and rainfastness by an organosilicone adjuvant utilizing radiolabelled herbicide and adjuvant. Pesticide Science. Vol. 37. N°2. Pp. 121-125.

- Tiesca, 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