



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

Manejo y control de Rama Negra

Metzler M.¹, Puricelli E.², Papa J.C.³ y Peltzer H.¹

¹Grupo Ecofisiología y Manejo de Cultivos, INTA EEA Paraná

²Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario

³Protección Vegetal, Manejo de Malezas. INTA EEA Oliveros.

Introducción

Desde siempre el hombre comprendió que las malezas causaban cuantiosas pérdidas en los cultivos, por lo que dedicó mucho tiempo, esfuerzo y recursos en combatirlas. Como resultado de ello, y fundamentalmente en las últimas décadas, aparecieron los herbicidas que por ser altamente eficaces crearon el concepto de erradicación de malezas. Uno de esos herbicidas, y el más importante, es el glifosato, que comenzó a usarse masivamente con la introducción en el mercado de los cultivos resistentes al mismo. La consecuencia más importante fue que la interferencia de malezas en el cultivo pasó de ser una tecnología de procesos, que requería de un costo intelectual y de habilidad para manejarlas, a ser una tecnología de insumos, que tenía un costo económico y todo se limitaba a qué dosis usar. Se pasó de hablar de manejo de malezas a hablar de control de malezas (Puricelli y Tuesca, 1997). El tiempo ha demostrado que con la aplicación de manera sucesiva y constante de herbicidas sin tener en cuenta la biología de las malezas o la integración de los mismos en programas de manejo que contemplen otros métodos de control, no sólo no se logra la erradicación de malezas, sino que además trae aparejado otros problemas más complejos, como el establecimiento y la proliferación de malezas tolerantes y la generación de resistentes. Se consideran malezas tolerantes a todas aquellas especies que en un estado fenológico dado, nunca fueron susceptibles al herbicida. Esto, sumado a la eliminación de la competencia de otras malezas, tuvo como efecto directo un incremento en la densidad de su población. Una especie es resistente cuando puede sobrevivir y reproducirse luego de la aplicación de un herbicida al que era susceptible originalmente (Papa *et al.*, 2008)

Manejo integrado de malezas (MIM)

Hoy en día no se puede encarar la problemática de malezas con medidas o estrategias aisladas, sino que deben enmarcarse dentro de un conjunto de técnicas que permitan prevenir y contener la aparición de malezas y no pensar solamente en la eliminación de las mismas en el corto plazo. En resumen, es necesario volver a hablar de prácticas de manejo. En relación a esto, es importante que se mencionen alguna de estas técnicas:

Cultivos de cobertura: la competencia por recursos (agua, luz y nutrientes) que ejercen los cultivos, disminuye el tamaño y la densidad de malezas, además de potenciar la acción y disminuir el número de los controles químicos en el lote.

Rotación de cultivos y modos de acción de herbicidas: son dos prácticas muy importantes dentro de un MIM. Rotar cultivos permite ampliar el espectro de modos de acción que se pueden utilizar. Se debe tener en cuenta también en el manejo de malezas, que no se debe repetir el uso de herbicidas con un mismo modo de acción tanto en el barbecho como durante el ciclo del cultivo. Se debería realizar especial énfasis en aquellos herbicidas residuales, ya que se expone a las malezas que presentan una emergencia escalonada en el tiempo a la acción del herbicida, aumentando en consecuencia la presión de selección sobre las mismas, lo cual incrementa la probabilidad de la aparición de resistencia. Un error que se suele cometer es confundir el uso de diferentes principios activos con el empleo de diferentes modos de acción. Un ejemplo de ello es el empleo en el barbecho o en el cultivo de imazetapir que pertenece a la familia química de las imidazolinonas y clorimuron a la de las sulfonilureas, que si bien son de familias químicas diferentes tienen el mismo modo de acción, inhibidores de la de la enzima acetolactato sintasa (ALS).

Monitoreo de malezas: permite la identificación de las malezas presentes en el lote (densidad y tamaño), lo que permite decidir el tratamiento y momento más adecuado para su manejo y control. Además, si se realiza de manera pertinente, se pueden identificar “escapes” en el control. Si el monitoreo se realiza por un período de tiempo lo suficientemente largo se puede determinar la causa de los mismos y actuar en consecuencia. Un ejemplo de ello sería detectar posibles focos de resistencia.

Evitar la siembra sobre las malezas vivas: aparte de la competencia inicial que ejercen sobre el cultivo, sembrar sobre un manto de malezas vivas restringe sensiblemente las herramientas disponibles para el manejo de las malezas, además de disminuir las probabilidades de éxito.

Acortamiento de la distancia entre surcos: esta práctica le otorga al cultivo ventaja en la competencia inicial con la maleza, sobre todo en siembras tardías, donde las condiciones de luz y temperatura favorecen al crecimiento del cultivo.

Limpieza de las cosechadoras: es de fundamental importancia para evitar la dispersión de las malezas en el resto del lote. Es una práctica muy recomendada en el caso de sorgo de Alepo resistente a glifosato. Otra alternativa es dejar los lotes o áreas dentro del mismo donde se encuentren las malezas resistentes para cosechar al final.

“Rama negra”, maleza tolerante a glifosato de difícil control

Dentro del numeroso grupo de malezas tolerantes a glifosato, la “rama negra” o “carnicera” se ha transformado en un problema importante en los barbechos de los cultivos estivales de la pampa húmeda. En los relevamientos realizados en campos de diferentes zonas en la provincia de Entre Ríos se detectaron siempre dos especies: *Conyza bonariensis* y *Conyza sumatrensis* (Metzler *et al.*, 2011 a y b; Papa *et al.*, 2010 a y b) (Figura 1).

Conyza bonariensis tiene una floración muy anticipada, algunos individuos pueden llegar a florecer a mediados de octubre, mientras que *C. sumatrensis* lo hace hacia fines de enero principios de febrero.

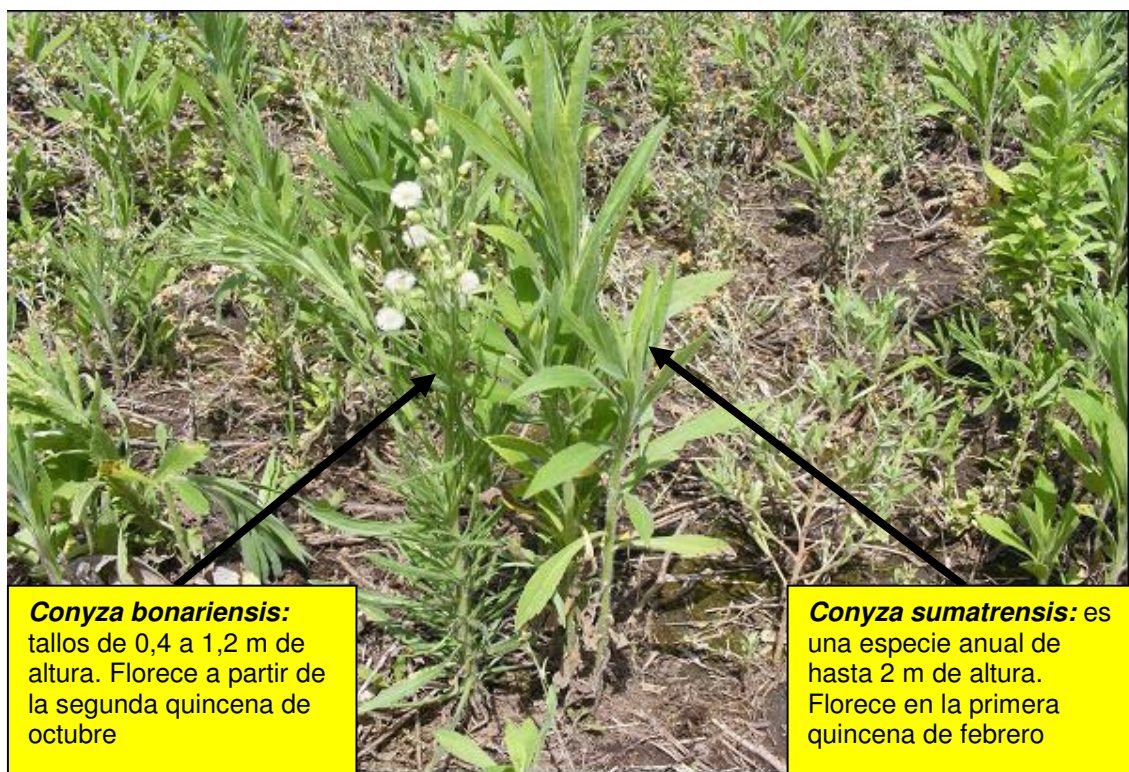


Figura 1. Individuos de *Conyza bonariensis* y *Conyza sumatrensis*.

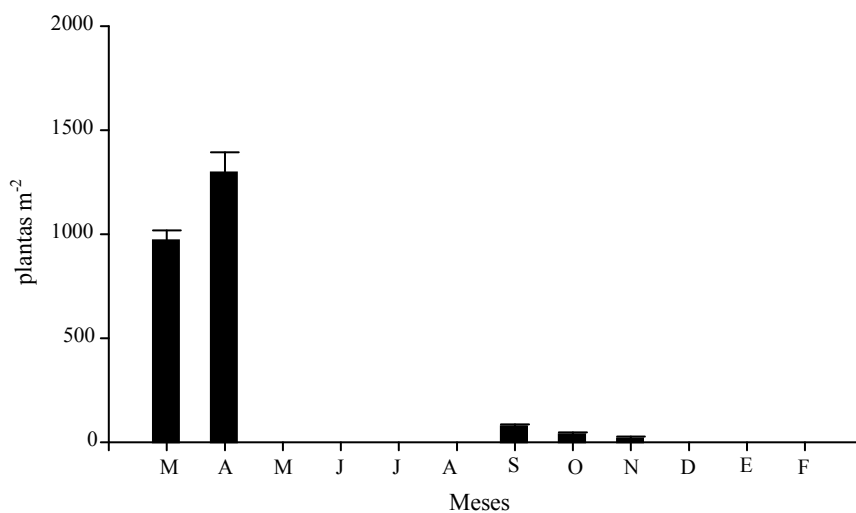
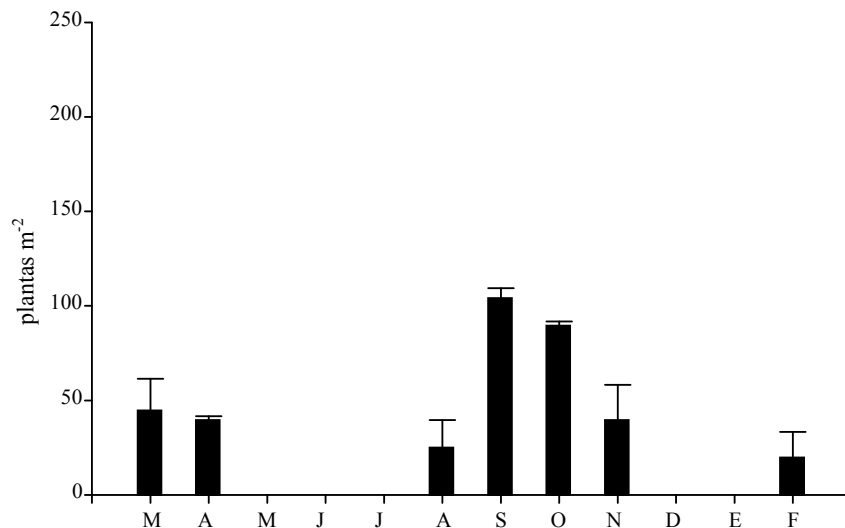
Estas especies presentan algunas diferencias entre sí, *C. bonariensis* tiene menor altura (máximo 120 cm) con respecto a *C. sumatrensis*, que cuando crece sin disturbios (costado de rutas o caminos) puede alcanzar los 200 cm (Figura 2).



Figura 2. Individuos de *Conyza sumatrensis* con altura superior a 180 cm. Fecha: 10/01/2012.

El flujo de emergencia *Conyza* spp. en dos localidades de Entre Ríos (Urdinarrain y Paraná) fue variable (Figura 3). La mayor emergencia de plántulas en Paraná se produjo en primavera (agosto, septiembre, octubre y noviembre) y otoño (marzo y abril) (Figura 1A), mientras que en Urdinarrain se produjo predominantemente en otoño (Metzler *et al.*, 2011 a y b) (Figura 1 B).

(A)



(B)

Figura 3. Flujo de emergencia de *Conyza* spp. (A) Paraná en 2011/12 y (B) Urdinarrain en 2010/11.

La población de malezas emergida en otoño transcurre gran parte del invierno como roseta, siendo esta la disposición que le permite acumular energía para soportar las bajas temperaturas. En cambio, el flujo de emergencia de primavera sólo permanece unos días en este estado, y con el incremento de la temperatura comienza rápidamente a elongar el tallo (aproximadamente 0,5 cm por día) (Figura 4).

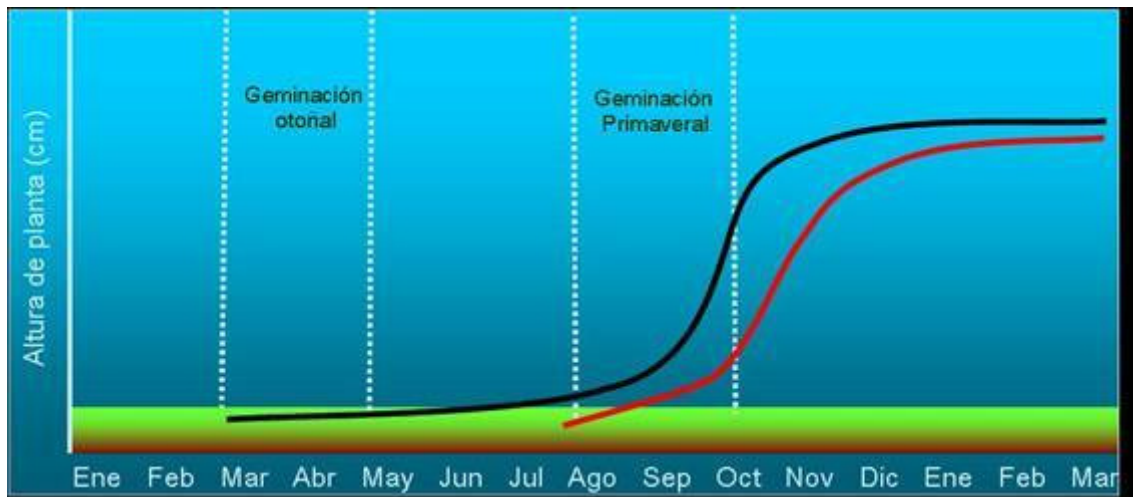


Figura 4: Biología (emergencia y altura) de *C. sumatrensis* y *C. bonariensis*.

Si bien ambas especies son consideradas anuales, los individuos de *C. sumatrensis* que por algún motivo no pudieron completar su ciclo de vida (florecer y fructificar), pasan a tener un comportamiento bianual. Una de las causas más importante en la interrupción del ciclo de estas malezas es el corte de los individuos durante la cosecha de aquellos que todavía no han logrado fructificar (Figura 5 A). Luego del corte los mismos desarrollan área foliar (hojas) (Figura 5 B) y generan fotoasimilados de reserva en las raíces, incrementando de esta manera la biomasa radicular (Figura 5 C), que les permiten sobrellevar la estación desfavorable.

La maleza realiza todo el proceso entre la cosecha y la primera helada del año. De esta manera las raíces actúan como “tanque de reserva” de energía al que recurre de manera inmediata. Esto ocurre cuando las condiciones de temperatura, humedad y radiación comienzan a mejorar en primavera, iniciando el rebrote primaveral y constituyéndose en sobrevivientes del año anterior. Estas plantas pueden tener de 12 a 16 tallos provenientes del rebrote, con raíces de 20 cm de largo y 3 cm de diámetro en su base (Metzler *et al.*, 2011 a) (Figura 5).



Figura 5. **A:** individuos de *Conyza sumatrensis* cortados por la cosechadora (Foto tomada el 28/05/2012), **B y C:** parte aérea y radicular de los mismos ejemplares, 30 días después de un tratamiento de 3 l + 1,2 l + 2 l por ha de glifosato, 2,4-D (60 %) y atrazina (50%), respectivamente (05/10/2012).

Manejo y control

Control cultural y mecánico de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis*

Se determinó la densidad de plantas de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis* presentes bajo diferentes alternativas de manejo: control cultural (suelo cubierto por trigo, cebada y avena), mecánico (labranza dejando suelo sin cobertura) y químico (barbecho dejando suelo sin cobertura) y un testigo sin control. En el control químico se realizó una única aplicación de glifosato en mezcla con metsulfuron y 2,4-D. La mezcla de herbicidas selectivos con efecto residual es común en siembra directa para reducir la densidad de malezas luego de la cosecha de los cultivos de verano. Es importante aclarar que en el barbecho químico no se realizó un segundo tratamiento herbicida previo a la siembra del cultivo estival (en este caso soja), que es el manejo habitual que realiza el productor actualmente (Metzler *et al.*, 2011 a).

Se observaron 48 plantas m⁻² en el control químico, en el control mecánico (labranza) se registraron 10 plantas m⁻², mientras que en el control cultural el número de plantas observado en las parcelas con trigo, cebada y avena fue de 2, 4 y 7 plantas m⁻², respectivamente (Figuras 6 y 7).



Figura 6. Izquierda: Soja de segunda sobre trigo. Derecha: testigo sin aplicación.



Figura 7. Izquierda: barbecho sin aplicación. Derecha: rastreo de cebada

La cobertura del suelo proporcionada por los rastrojos redujo significativamente el número de individuos presentes de las especies de *Conyza* spp. en relación al barbecho químico. Hubo una reducción del 97,5% en el número de plantas m^{-2} de *Conyza* spp. en el cultivo de trigo, 95% para la cebada y 89% para la avena en comparación con el testigo sin control. La labranza redujo en un 92% la presencia de *Conyza* spp, mientras que el barbecho químico redujo a la población de la maleza en un 53% (Metzler *et al.*, 2011 a)(Figuras 8 y 9).

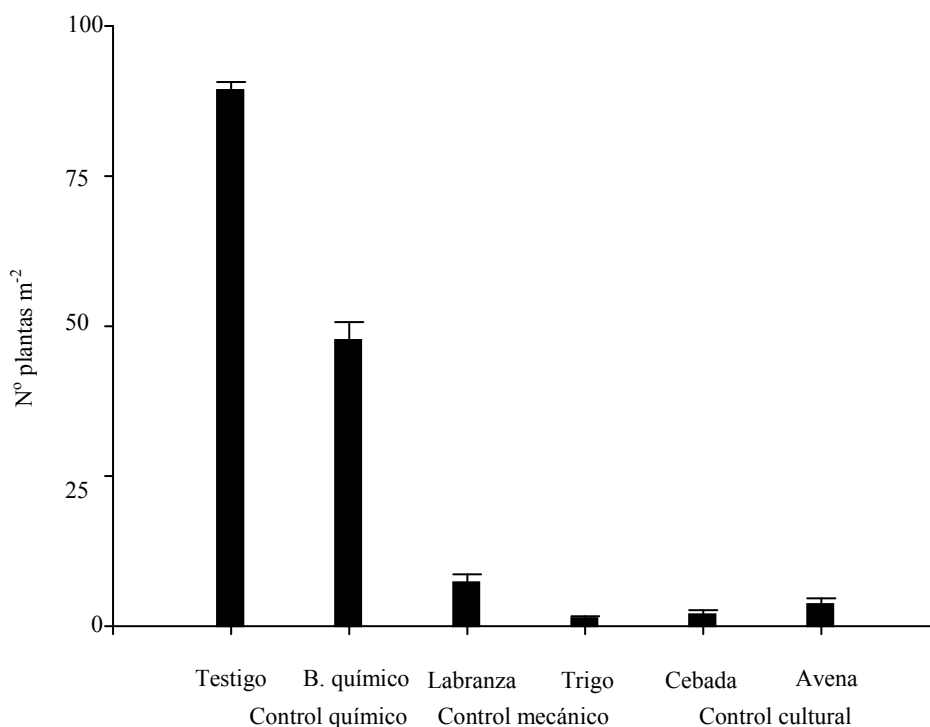


Figura 8. Número de plantas m^{-2} de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis* con control químico, mecánico y cultural en Paraná (2011/12).



Figura 9. Izquierda: labranza. Derecha: testigo sin aplicación, foto tomada el 05/05/2012.

La competencia de trigo, avena y cebada también afectó a la altura de la planta de ambas malezas (Figura 10).

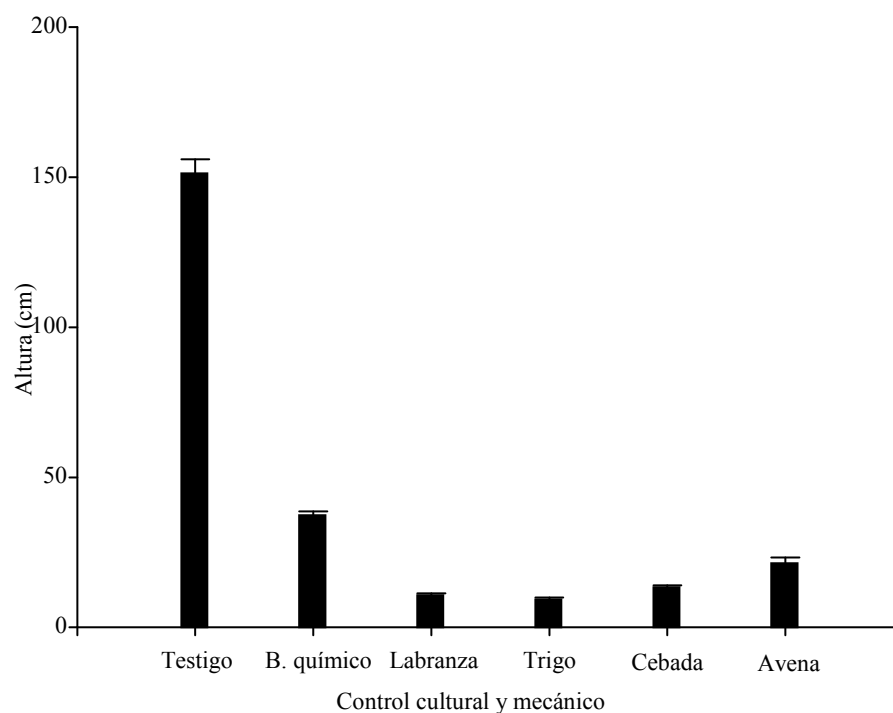


Figura 10. Altura de plantas de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis* con control cultural y mecánico en Paraná (2011/12).

Considerando que las semillas de *Conyza* spp. requieren de luz para germinar, es probable que la presencia de plantas verdes del cultivo interfieran en la germinación

de las semillas de la maleza. Luego de la cosecha de los cultivos invernales, los rastros también evitan la germinación de *Conyza* spp antes de la siembra del cultivo estival.

En ciertos casos, el rastrojo remanente puede evitar la germinación malezas en el cultivo de soja. Si bien todos los cereales actúan reduciendo la germinación de malezas, se sabe que el rastrojo de avena, después de la desecación, es más persistente, por lo que prolonga el control en el tiempo.

Control químico de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis*. Momento de aplicación

Se evaluaron diferentes estrategias de control químico que incluían tratamientos de glifosato solo y en mezcla con herbicidas residuales y de contacto en diferentes momentos del periodo de barbecho del cultivo de soja en dos localidades de la provincia Entre Ríos, Urdinarrain y Paraná respectivamente.

Se observaron diferencias significativas en el control en función del tiempo de aplicación. El control promedio en ambas localidades de todos los tratamientos herbicidas fue más efectivo 90 y 60 días antes de la siembra (DAS), coincidente con el estado de roseta y 15 cm de altura, con una eficacia media de 63,5% y se diferenció estadísticamente de la aplicación 30 DAS con 24 cm de altura media de la maleza con una eficacia media de 49% (Figura 11).

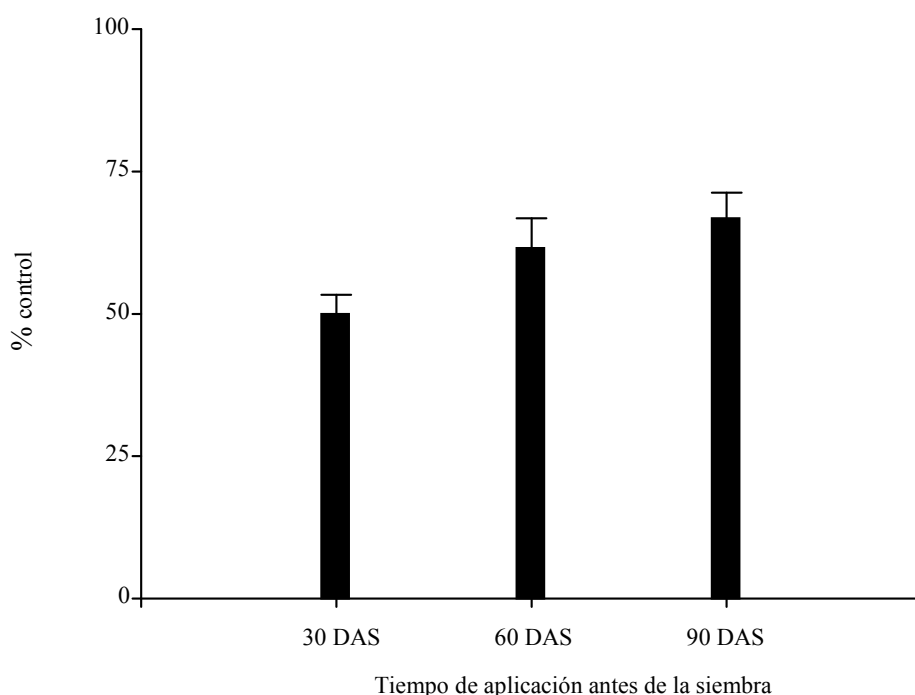


Figura 11. Control químico promedio de *Conyza* spp. en aplicaciones 30, 60 y 90 días antes de la siembra de soja (DAS).

A medida que se incrementa la altura de la planta disminuye la eficacia del control químico, cualquiera sea el modo de acción empleado. El punto de inflexión para esta caída parece ser 15 cm. Una de las posibles causas sería la mayor acumulación de biomasa en raíces a medida que se incrementa el tamaño de la planta, lo que le otorga a la misma mayor energía de reserva para el rebrote y más

capacidad de sobreponerse a los distintos controles químicos que se realicen (Figura 5). En consecuencia se destaca que uno de los factores más importante para tener en cuenta en el control químico es la altura, en este contexto cobran especial relevancia todas aquellas medidas de control químico tempranas.

Otro factor de interferencia de “rama negra” sobre el cultivo es el consumo de agua. Estudios realizados en Entre Ríos reportan una caída en la biomasa aérea y radicular del 70% y 50% (respecto de un testigo sin competencia) respectivamente, en un cultivo de soja creciendo en competencia con 16 plantas m⁻² de *Conyza* spp. 60 DDS (días después de la siembra) (Metzler, datos no publicados). Para evitar esta competencia, sobre todo en años los secos, es importante la realización de un barbecho temprano (Figura 12).



Figura 12. Izquierda: barbecho corto sobre una “rama negra” de 24 cm de altura. Derecha: barbecho largo sobre “rama negra” en estado de roseta, soja sembrada el mismo día para ambas situaciones, bajo condiciones de estrés hídrico, sin una lluvia previa (03/02/2011).

Criterios de control

Altura de “rama negra”: roseta de 15 cm

En este rango de altura los ensayos de control realizados mostraron los siguientes resultados:

Tabla 1. Control químico de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis* en el barbecho de soja, 45 días después de la aplicación (DDA).

Herbicidas	Dosis de producto comercial (g o l ha ⁻¹)	Control %
(G) (48%) + 2,4 D (60%)	3 l+ 1,5 l	95
(G) (48%) + 2,4 D (60%) + dicamba (57%)	3 l + 1.2 l + 0.2 l	96
(G) (48%) + metsulfuron (60%) + dicamba (57%)	3 l+ 5 g+ 0.2 l	96
(G) (48%) + 2,4 D (60%)+ atrazina (50%)	3 l+ 1.2 l + 2 l	93
(G) (48%) + dicamba (57%) + atrazina (50%)	3 l + 0.2 l+ 2 l	92
(G) (48%) + diclosulam (84%)	3 l + 35 g	95

(G):glifosato l: litros g: gramos

Los herbicidas hormonales en general han demostrado ser efectivos para el control de esta maleza. Si se establece un somero ranking de éstos, se puede decir que el que lidera el mismo es 2,4-D, seguido por fluroxipir, luego dicamba y picloram. Estos dos últimos son eficaces pero aumentando sensiblemente las dosis empleadas, por ejemplo hay que aplicar 250 cm³ de picloram y 400 cm³ de dicamba para obtener el mismo resultado logrado con dosis normales de 2,4-D. Es importante remarcar que cuando se mezcló 2,4-D con dosis recomendadas de dicamba o picloram se incrementó el control residual. Existen poblaciones que responden de manera diferente a las formulaciones de 2,4-D. Los ésteres proveen mejor control de *Conyza* spp con respecto a las formulaciones sal amina. Por otro lado, clopiralid mostró un control de aproximadamente 85% con relación a los herbicidas estudiados.

En cuanto a las triazinas (atrazina, prometrina y metribuzin), la aplicación de atrazina en combinación con glifosato 90 y 60 DAS controla la gran mayoría de las malezas presentes al momento de la siembra de soja. La atrazina se sugiere en dosis de 1000 a 2000 gramos de ingrediente activo por ha (g.i.a. ha⁻¹) para el control de nuevas emergencias de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis*, no obstante se debe tener en cuenta que es un herbicida no recomendado para su uso en barbecho de soja. De emplearse se debe posicionar temprano no más allá de la primera quincena de junio. Por su parte prometrina y metribuzin son herbicidas recomendados para barbechos de soja, la primera proporciona un control eficaz y residual de estas especies a través de su actividad preemergente. En cambio metribuzin tiene una acción menos contundente que atrazina y prometrina. Los mejores resultados se lograron cuando se lo mezcló con herbicidas hormonales, como 2,4-D o dicamba en dosis recomendadas.

Entre los inhibidores de la aceto lactato sintasa (ALS), metsulfuron en mezcla con 2,4-D o dicamba amplía el período de control residual del metsulfuron solo (Figura 13), posiblemente por el control de plántulas recién emergidas que ejerce 2,4-D o por la actividad de dicamba que podría contribuir a reducir las nuevas emergencias. Metsulfuron es muy dependiente de su activación en el suelo por las precipitaciones, por este motivo su acción herbicida está influenciada por el momento en que ocurran las lluvias. Diclosulam y clorimuron son herbicidas de acción sistémica y residual recomendados para barbecho y postemergencia de soja respectivamente, el primero mostró muy buen desempeño, mientras que el segundo tuvo buenos resultados, aunque de menor consistencia y mayor variabilidad con respecto a diclosulam.

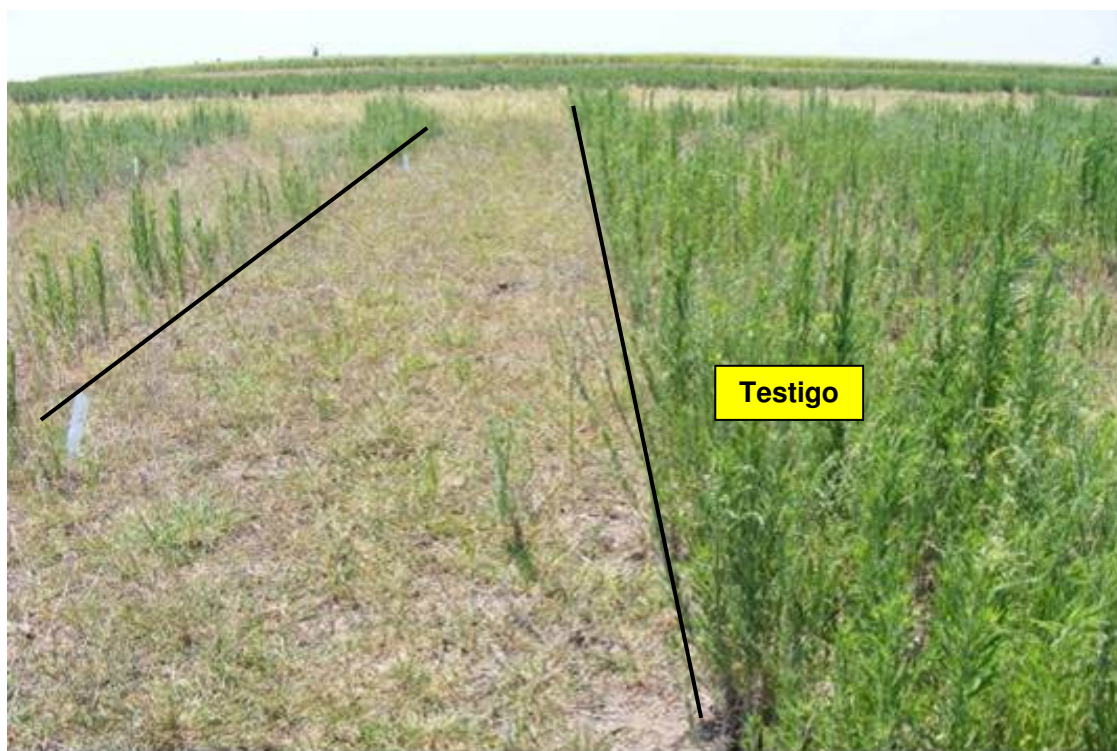


Figura 13. Izquierda: barbecho largo con (G) + metsulfuron + dicamba, sobre “rama negra” en estado de roseta. Derecha: testigo sin aplicación 150 días después de la aplicación (foto: 03/01/2012).

En los últimos años surgió un nuevo paquete tecnológico asociado a la introducción en el mercado de sojas tolerantes a sulfonilureas (sojas STS) y su utilización está ligada a la mezcla comercial de sulfometuron + clorimuron (Ligate). Este herbicida se debe emplear en un contexto de barbecho temprano (fines de mayo a principio de junio), además presenta controles muy efectivos para raigrás resistente a glifosato. Existe otra combinación de dos sulfonilureas, como mersulfuron + clorsulfuron (Finesse®), cuyo uso se recomienda para barbechos largos. Si es usada en este contexto no es necesario utilizar variedades de soja STS. Por el contrario, si se aplica cerca de la fecha de siembra inexorablemente hay que volcarse hacia el empleo de sojas STS.

En el año 2013 se lanzó otra mezcla comercial de dos herbicidas, pero en este caso de dos ALS, thienecarbazone metil + iodosulfuron (Percutor®). Thienecarbazone pertenece a una familia poco conocida de las ALS, las sulfonil amino carbonil triazolinona. Al igual que las mezclas anteriores, tiene muy buen control como preemergente de “rama negra”. Si se aplica 30 días antes de la siembra no es necesario utilizar variedades STS. Es fundamental remarcar y recordar que en el caso de hacer otro tratamiento químico durante el barbecho, **no se debe emplear otro herbicida perteneciente a las ALS**. Este modo de acción desarrolla muy rápidamente resistencia en las malezas. En el mundo ya hay más de 380 biotipos de diferentes especies resistentes a algún herbicida representante de este mecanismo de acción. Sin embargo, si se hace un uso responsable y sustentable de éstos, se pueden aprovechar sus numerosas ventajas, ya que tienen una amplia residualidad y amplio espectro de control de malezas, además de ser herbicidas de baja toxicidad.

Altura: más de 15 cm

En algunas zonas de la provincia de Entre Ríos durante parte de los meses de agosto y septiembre de 2011 se registraron precipitaciones por debajo de los 10 mm. Esto generó que las aplicaciones de herbicidas con acción residual realizadas en ese periodo de tiempo no tuvieron agua suficiente para incorporarse a la solución del suelo y ser absorbidos por las malezas. Además, estas últimas se encontraban en situación de latencia (escaso crecimiento) por el estrés hídrico. Como regla general, cualquier herbicida con acción residual requiere de por lo menos 25 mm para incorporarse a la solución de suelo y actuar. Como resultado final, muchos de los tratamientos que se habían destacado por su eficacia, fallaron en su acción. Es decir que para realizar controles químicos eficaces también se debe considerar los factores climáticos que influyen sobre los mismos, sobre todo si ya se está forzando la tecnología, como sucede cuando se utilizan tratamientos herbicidas con malezas en avanzado estado de desarrollo.

En **presiembr**a de los cultivos estivales, cuando esta maleza supera los 15 cm, el número de herramientas para su control se restringe sensiblemente. Para estos casos se sugiere el tratamiento secuencial, más conocido como “**doble golpe**”, que consiste en producir un desacople de los procesos de degradación e inhibición de translocación que la maleza realiza luego de la primera aplicación o “primer golpe”, que generalmente son glifosato + hormonales (2,4-D) o glifosato + diclosulam (Spider, Bigua). El “segundo golpe” se debe realizar con herbicidas de contacto que tengan un efecto quemante relativamente rápido, de esa manera se impide el proceso de fotosíntesis con el cual la maleza obtiene la energía necesaria para degradar e inhibir la translocación del primer tratamiento. Además, no se debe realizar más allá de los 10 días luego de la primera aplicación, ya que al dejar transcurrir más tiempo se estaría dando tiempo a que se produzcan los procesos antes descriptos. La técnica de doble golpe se posiciona claramente como “rescate” para aquellos lotes en donde por alguna circunstancia (falta de monitoreo, arrendamiento tardío, etc.) no se pudo realizar un tratamiento químico en tiempo y forma. Esta técnica tiene como objetivo final evitar que las malezas perennnes o anuales con comportamiento bianual como “rama negra”, que están muy desarrolladas (“pasadas”), rebroten luego de un tratamiento químico, es decir luego del primer golpe.

¿Con qué herbicidas se realiza el segundo golpe? Pueden ser:

Paraquat (Gramoxone): 2 l/ha.

Paraquat + Diuron (Cerillo): 2.5 l/ha.

Saflufenacil (Heat): 35 g/ha + MSO (aceite vegetal metilado).

Glufosinato de amonio (Liberty link): 2 l/ha.

Flumioxazin (Sumisoya): 0.150 l/ha.

Es importante remarcar que los herbicidas de contacto funcionan eficazmente cuando se logra una correcta cobertura de las plantas durante la pulverización, con aproximadamente 30 a 40 gotas/cm².

En los ensayos realizados en la EEA INTA Paraná se pudo observar un mejor control del rebrote cuando el primer tratamiento se realizó con herbicidas hormonales, puntualmente 2,4-D. Se han evaluados otras alternativas dentro del mismo modo de acción, con muy buenos niveles de eficacia, como fluroxipir, dicamba, MCPA y picloram. Hay que tener en cuenta las restricciones de uso que tienen dicamba y picloram en caso de aplicarse en lotes destinados para la siembra de soja. Las ALS (diclosulam, clorimuron etc.) en general no fueron tan contundentes cuando se emplearon como primer golpe (Figuras 14 y 15). En síntesis, es importante considerar que el “doble golpe” debe ser una excepción en el control de “rama negra” y no una norma.

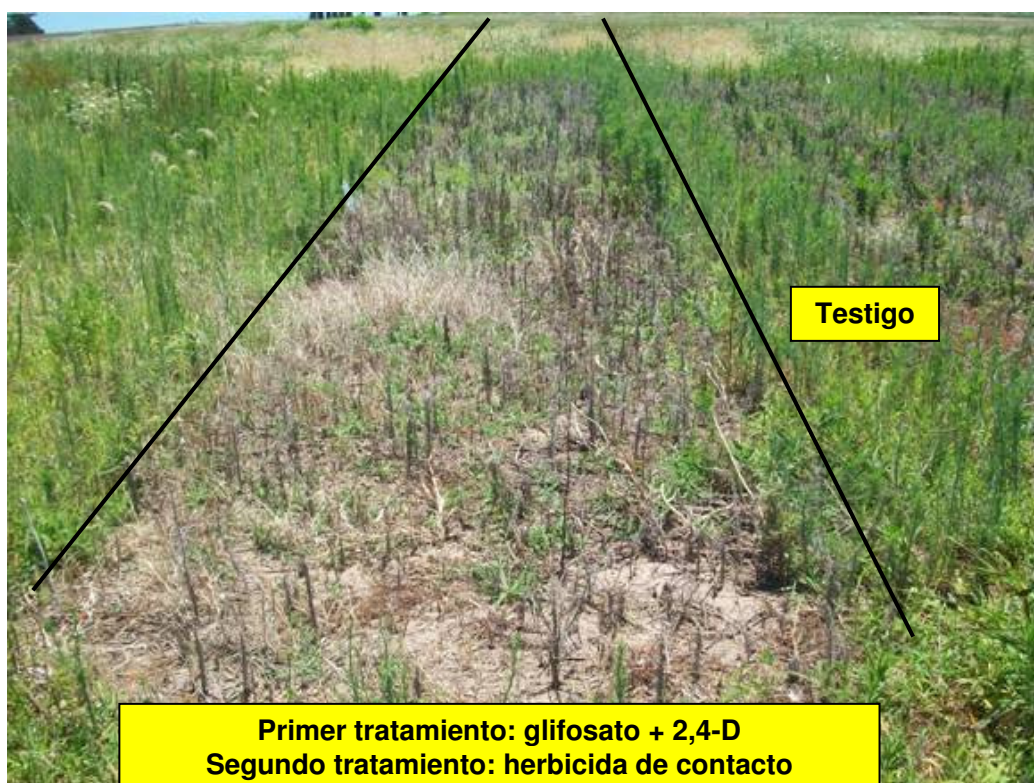


Figura 14. Tratamiento secuencial “doble golpe” con herbicida hormonal (2,4-D) seguido de un tratamiento secuencial con herbicida de contacto sobre “rama negra” con una altura promedio de 40 cm (Foto: 30 días después del “segundo golpe”).

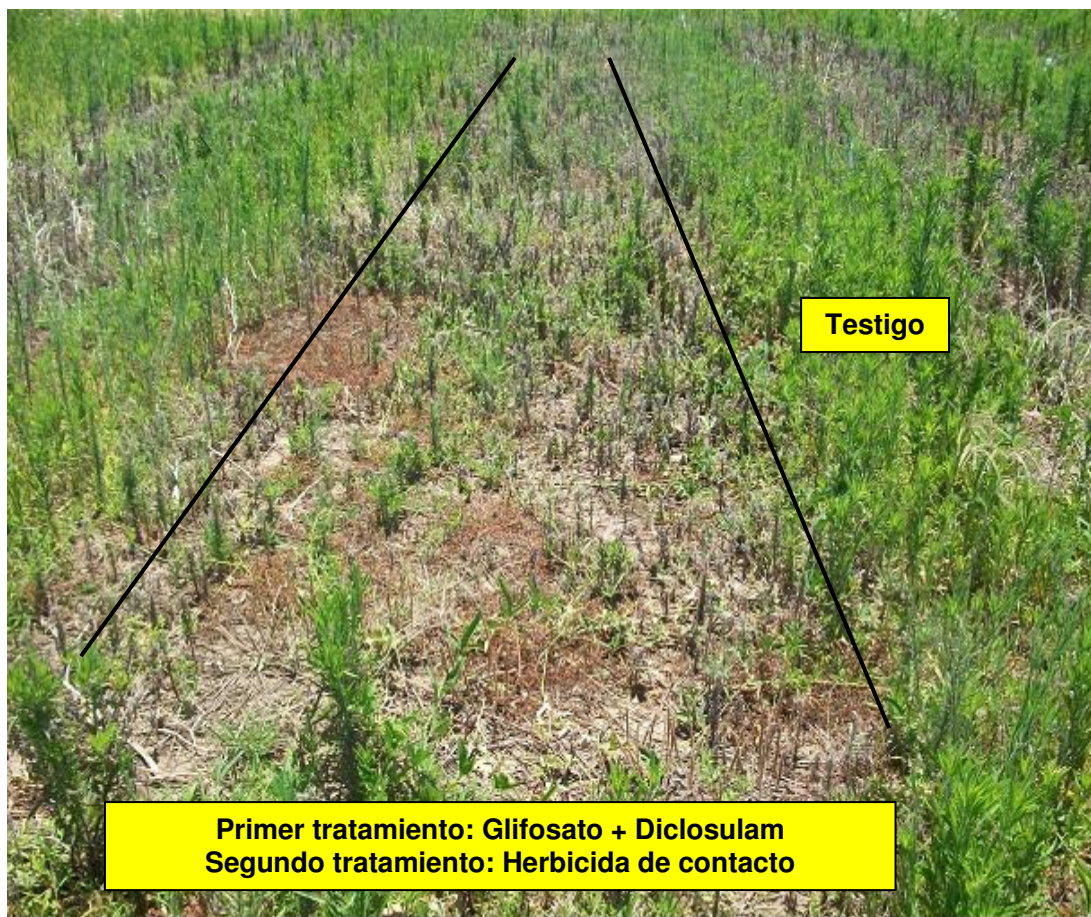


Figura 15. Tratamiento secuencial “doble golpe” con herbicida ALS (diclosulam) seguido de un tratamiento secuencial con herbicida de contacto sobre “rama negra” con una altura promedio de 40 cm (Foto: 30 días después del segundo golpe).

En cuanto a control de “rama negra” en *postemergencia* de la soja, se han realizados estudios en forma conjunta con el Ing. Agr. Juan Carlos Papa de INTA EEA Oliveros (Tabla 2), imitando una situación de control de malezas muy común, sembrar con la maleza viva, abonando la esperanza de que luego de la emergencia del cultivo se va a encontrar algún tipo de alternativa química para solucionar el problema de malezas que no se pudo resolver en el barbecho.

En ambas localidades (Paraná y Oliveros) las poblaciones de “rama negra” presentes ya habían tolerado una aplicación previa de glifosato, la siembra se realizó con la maleza viva y en el caso particular de Paraná, previo a la siembra y luego de la aplicación de glifosato se pasó la desmalezadora. En la Figura 16 queda claro la importancia de tomar medidas contra esta maleza en tiempo y forma, a través de un monitoreo permanente de los lotes, acompañados de medidas de control sobre todo en etapas incipientes del desarrollo de la misma. Se puede ver que cualquiera sea el modo de acción o mezcla que se emplee en etapas avanzadas del crecimiento de “rama negra” y fundamentalmente luego de haber sobrevivido a aplicaciones previas de glifosato o labores culturales como el desmalezado, es casi imposible lograr un control efectivo.

Los mejores resultados obtenidos estuvieron entorno del 75% con la mezcla de glifosato con diclosulam, este último con una dosis de 30 g. no debe soslayarse el hecho de que es el doble de la dosis recomendada por marbete para postemergencia del cultivo. Si bien no se registró un efecto fitotóxico apreciable en ninguna de las dos

localidades, se debe tener en cuenta que bajo ningún punto de vista los resultados expuestos se pueden considerar como recomendación, ya que los mismos corresponden a ensayos experimentales, solamente las empresas que comercializan estos productos son las autorizadas para realizar recomendaciones con respecto al uso de los mismos. Cloransulam a una dosis de 50 g ha⁻¹ en mezcla con 4 g ha⁻¹ de glifosato alcanzó valores cercano al 70% de control. Tanto glifosato como clorimuron en ninguna de las dosis utilizadas demostraron tener controles efectivos, además la dosis de 100 g de clorimuron tuvo una fitotoxicidad en el cultivo, similar a la performance alcanzada por el herbicida en el control de la maleza. Hay formulaciones de clorimuron en el mercado que están contaminados con metsulfuron, por lo que se aconseja adquirir formulaciones de este herbicida que provengan de marcas reconocidas.

Tabla 2. Tratamientos de herbicidas en postemergencia de soja

Tratamientos	Herbicidas	Dosis de producto comercial (g o l ha ⁻¹)
1	(G) (48%)	4 l
2	(G) (48%)	6 l
3	(G) (48%)	8 l
4	(G) (48%) + Clorimuron – etil (25%)	4 l + 50 g
5	(G) (48%) + Clorimuron – etil (25%)	4 l + 100 g
6	(G) (48%) + Diclosulam (84%)	4 l + 15 g
7	(G) (48%) + Diclosulam (84%)	4 l + 30 g
8	(G) (48%) + Cloransulam (84 %)	4 l + 25 g
9	(G) (48%) + Cloransulam (84 %)	4 l + 50 g

(G): glifosato l: litros g: gramos

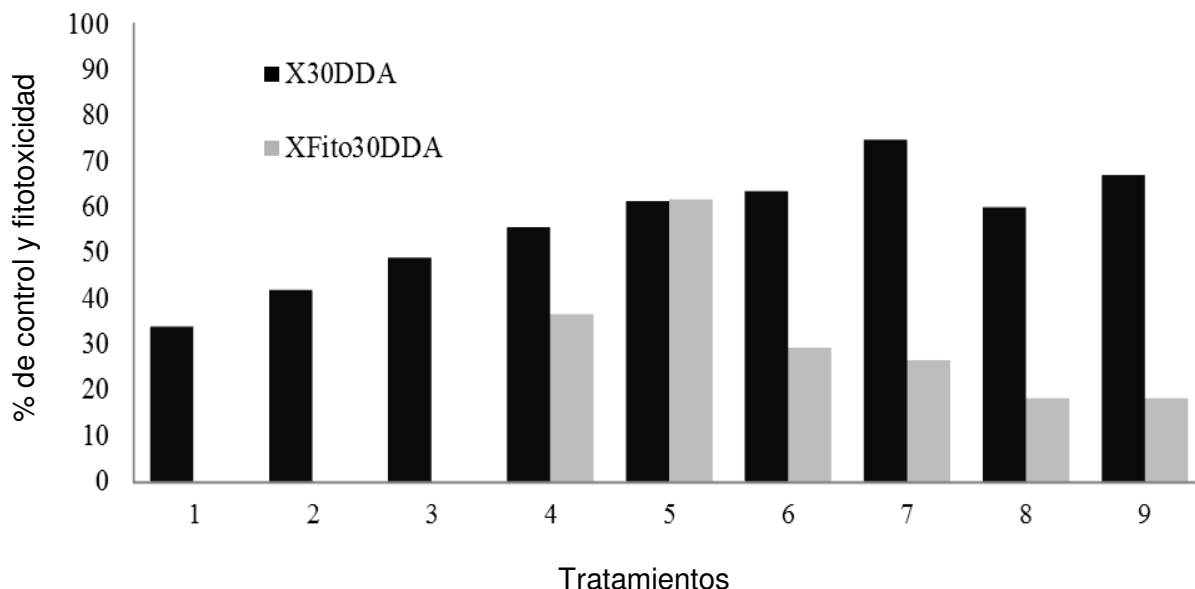


Figura 16. Control promedio de *Conyza* spp. y fitotoxicidad promedio de los tratamientos herbicidas sobre el cultivo de soja a los 30 días después de la aplicación (DDA) para ambas localidades (Paraná y Oliveros).

Residualidad de los herbicidas

La residualidad de un herbicida en el suelo puede definirse como el período o longitud de tiempo durante el que permanece en forma activa (Arregui *et al.*, 2009). Posee particular importancia debido a que determina el período de tiempo en que pueden esperarse efectos fitotóxicos (carryover). Los herbicidas se aplican para controlar malezas en cultivos o barbechos, siendo deseable que desarrollen su acción durante los períodos requeridos, no debiendo persistir en el suelo de manera que afecten el crecimiento de cultivos subsecuentes (Bedmar, 2006).

El comportamiento ambiental de los herbicidas que ingresan al suelo directa o indirectamente es el resultado de complejas interacciones entre las propiedades fisicoquímicas de los herbicidas, las características de los suelos (pH y materia orgánica) y las condiciones ambientales (Bedmar, 2006). Asimismo, la residualidad depende del nivel de agua del suelo. En siembra directa, sistema de manejo predominante en la pampa húmeda argentina, los cultivos se establecen sin remoción del suelo empleando barbecho químico, lo que favorece la preservación del contenido de agua del suelo en la implantación.

En Urдинarrain y Paraná, dos localidades de la provincia de Entre Ríos, se cuantificó el efecto residual en el cultivo de los herbicidas que carecen de registro para su uso en soja. Entre los herbicidas usados para el control de *Conyza* spp., muchos tienen actividad residual. Así, metsulfuron-metil tiene dos vías de degradación, la principal es la hidrólisis ácida y la segunda la degradación microbiana que se incrementa cuando mayor es el contenido de materia orgánica del suelo (Sahid y Quirinus, 1997). A su vez, precipitaciones posteriores a la aplicación son fundamentales para su activación y disipación (Osten y Mc Cosker, 1999; James *et al.*, 2004).

Dicamba puede ser fitotóxico y reducir el rendimiento de soja a bajas dosis, seguido por clopyralid y 2,4-D, que requiere de mayores dosis para reducir el rendimiento de soja (Kelley, 2005).

Se observaron diferencias entre localidades para las aplicaciones realizadas 30 DAS en biomasa radicular promedio para todos los herbicidas con acción residual evaluados en este ensayo, con respecto al testigo sin herbicidas residuales. En Urдинarrain se alcanzó el 83,6% de biomasa (aérea + radicular) promedio, mientras que en Paraná se obtuvo un 75,2% ($P=0,0107$; $\alpha=0,05$) (Tablas 3 y 4). Las diferencias están asociadas al contenido de arcilla, pH y materia orgánica del suelo. En Urдинarrain el suelo era un Peluderte argiacuolico (vertisol, con arcilla montmorillonita altamente expansible que le otorga además la capacidad de inmovilizar altos niveles de herbicida) con un pH de 7,2 y 3,1% de materia orgánica, mientras que Paraná era un Argiudol vértico (molisol), con un pH de 5,22 y un contenido de materia orgánica de 2,6%

Tabla 3. Dinámica de la biomasa radicular y aérea (%) de soja respecto al testigo sin herbicidas residuales a los 30, 60, 90 y 120 días antes de la siembra (DAS) en Urdinarrain. Ciclo agrícola 2010/2011.

Tratamientos	% respecto a testigo							
	Biomasa radicular				Biomasa aérea			
	DAS				DAS			
	30	60	90	120	30	60	90	120
(G) + 2,4-D (60%) + dicamba (57%)	81 c	100 a	100 a	100 a	92 bc	100 a	100 a	100 a
(G) + metsulfuron.(60%) + dicamba (57%)	82 bc	100 a	100 a	100a	88 bc	95 a	100 a	100 a
(G) + 2,4-D (60%) + atrazina (50%)	97 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
(G) + dicamba (57%) + atraz. (50%)	83 b	100 a	100 a	100 a	90 bc	100 a	100 a	100 a
(G) + clopiralid (47.51%)	75 d	100 a	100 a	100 a	96 b	100a	100 a	100 a

Tabla 4. Dinámica de la biomasa radicular y aérea (%) de soja respecto al testigo sin herbicidas residuales a los 30, 60, 90 y 120 días antes de la siembra (DAS) en Paraná. Ciclo agrícola 2011/2012.

Tratamientos	% respecto a testigo							
	Biomasa radicular				Biomasa aérea			
	DAS				DAS			
	30	60	90	120	30	60	90	120
(G) + 2,4-D(60%) + dicamba (57%)	72 c	100 a	100 a	100 a	87 c	100 a	100 a	100 a
(G) + metsul.(60%) + dicamba (57%)	75 b	100 a	100 a	100 a	84 c	89 b	100 a	100 a
(G) + 2,4-D(60%) + atrazina (50%)	90 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
(G) + dicamba (57%) + atrazina (50%)	75 b	100 a	100 a	100 a	83 c	100 a	100 a	100 a
(G) + clopiralid (47.51%)	64 d	100 a	100 a	100 a	93 b	100 a	100 a	100 a

La tasa de degradación química y microbiana de las triazinas y sulfonilureas disminuye cuando el pH aumenta, especialmente por encima de 7,0. Asimismo, en suelos con pH elevados, estos herbicidas se ligan o adsorben en menor proporción a las partículas del suelo, estando por lo tanto más disponibles para la absorción de las plantas (Barriuso, 2000; Bedmar, 2006).

Para las dos localidades 30 DAS la mezcla (G) (48%) + 2,4-D (60%) + atrazina (50%) fue la que menos efectos fitotóxicos produjo en el cultivo. En Urdinarrain se observó una disminución de la biomasa radicular del orden del 18% en promedio ($p \leq 0.05$) con las mezclas que contenían 114 g e.a. ha⁻¹ de dicamba (57%), mientras que en Paraná la biomasa radicular disminuyó un 25%. Dicamba tuvo mayor fitotoxicidad que metsulfuron 30 DAS, a diferencia de otros estudios que informan que aproximadamente del 75 al 95% de metsulfuron se disipa a los 56 días (James *et al.*, 2004), mientras que dicamba requiere unos 35 días para que se degrade el 90% de la

dosis de herbicida aplicada (Thorsness *et al.*, 1991). Clorpiralid evidenció mayor disminución de biomasa radicular en ambas localidades, con 75 y 64% del valor alcanzado por el testigo sin aplicación de herbicida para Urdinarrain y Paraná, respectivamente. Según Thorsness *et al.* (1991), deben transcurrir 56 días para que el herbicida se degrade en un 90%.

En lo que respecta al rendimiento del cultivo, no se hallaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos con los herbicidas residuales evaluados. En otros trabajos se determinó disminución en el rendimiento del cultivo de soja con tratamientos de 2,4-D (500 g e.a. ha⁻¹) y metsulfuron (4 g i.a. ha⁻¹) 3 DAS sin precipitaciones entre la aplicación y la siembra (Arregui *et al.*, 2009; Sanchez *et al.*, 2010). En este estudio las precipitaciones caídas 30 DAS fueron de 45 mm en Urdinarrain y de 95 mm en Paraná.

Lo explicitado son los resultados obtenidos en dos localidades puntuales, cada una de ellas con sus características edafoclimáticas particulares, deben interpretarse como datos orientativos. Hay que tener en cuenta siempre las condiciones climáticas y las características del suelo para cada zona, particularmente precipitaciones, pH y materia orgánica (MO). A modo de ejemplo, la persistencia de un herbicida no es la misma en un suelo con 3 a 4% de MO que en otro de 1%. Un error común que se suele cometer con un herbicida muy usado en barbechos como el 2,4-D es “generalizar la regla” que dice que una dosis normal aplicada 15 a 20 días previos a la siembra de soja no tiene ningún efecto sobre el cultivo, esto no siempre es así. Se puede cumplir esta afirmación en suelos de la provincia de Entre Ríos, donde es común encontrar suelos con altos niveles de MO. Pero hay casos en la provincia de Santa Fe en lotes con una prodiga historia en agricultura (mayor a 50 años), donde los niveles de MO son bajos, cercanos a 1%, con un horizonte superficial muy estrecho, además de una importante compactación subsuperficial, características que hacen que las precipitaciones posteriores a la aplicación del herbicida provoquen la lixiviación del mismo y queda retenido subsuperficialmente dentro de la zona de desarrollo radicular del cultivo. Cuando las raíces alcanzan esta área son afectadas por la acción del herbicida, inclusive cuando la aplicación del herbicida se haya efectuado meses antes de la siembra. Si bien lo descripto se da en situaciones excepcionales, es un factor adicional que hay que tener en cuenta a la hora de realizar barbechos con ciertos herbicidas.

Consideraciones finales

- ✓ Es notable el efecto supresor que los cultivos de cereales de invierno tienen sobre *C. bonariensis* y *C. sumatrensis*. Esta supresión se produce durante el crecimiento vegetativo de los cultivos y se debe principalmente a la competencia por los recursos. Los resultados mostraron que la población *C. bonariensis* y *C. sumatrensis* es mayor en el barbecho que en el cultivo de trigo, cebada o avena durante el invierno. La siembra de cereales de invierno contribuyen así a una mayor eficacia de los herbicidas en el control de estas especies en la presembrado de los cultivos estivales, como por ejemplo soja.
- ✓ Queda claro que el tamaño de la maleza es clave para la eficacia del control. Una altura media del escapo floral de 15 cm es el estado de desarrollo de la maleza a partir del cual los controles con herbicidas disminuyen en su eficacia. Glifosato a una dosis de 1080 g e.a. ha⁻¹ proporcionó un escaso control, independientemente del momento de aplicación y tamaño de la maleza. El control fue de 30%, lo que indica el alto nivel de tolerancia a glifosato de las malezas estudiadas.
- ✓ En un contexto de manejo de la maleza en barbecho, aplicaciones tempranas (otoño) de atrazina en dosis de 1000 g i.a. ha⁻¹ aseguran control del primer flujo de emergencia. La atrazina se recomienda en dosis de 1000 a 2000 g i.a. ha⁻¹ para el control de nuevas emergencias en *C. bonariensis* y *C. sumatrensis*. La eficacia se incrementó cuando se mezcló glifosato con herbicidas hormonales como 2,4-D o dicamba. Se observó especialmente un incremento del control residual por el agregado de dicamba en dosis recomendadas.
- ✓ Entre las mezclas de glifosato con inhibidores de la acetato lactato sintetasa (ALS), metsulfuron combinado con 2,4-D o dicamba incrementó la residualidad del metsulfuron solo, posiblemente por el control de plántulas recién emergidas que ejerce 2,4-D o dicamba. Metsulfuron es muy dependiente de las precipitaciones para su activación en suelo. Por este motivo, su acción herbicida dependerá del momento en que ocurran y de la cantidad de lluvias. En nuestro estudio, diclosulam proporcionó un excelente control (95%) de ambas especies de *Conyza*, siempre y cuando se utilice entre roseta y 15 cm de escapo floral. Las mezclas comerciales de ALS (Ligate, Finesse o Percutor) tienen excelentes resultados cuando se los posiciona como preemergentes de los flujos de emergencia.
- ✓ En el modelo productivo actual, donde más del 60% de la superficie agrícola se realiza en arrendamiento, en muchas ocasiones los controles de malezas se realizan tarde, con un avanzado estado de desarrollo de la maleza (altura promedio de 35 cm.). En estos casos el tratamiento secuencial de glifosato + herbicida hormonal (Ej: 2,4-D) más un herbicida de contacto (Cerillo, Heat, Paraquat, Liberty o Sumisoya), a los 10 días mejoró sensiblemente el control en cuanto al rebrote de individuos de *C. bonariensis* y *C. sumatrensis*, comparado con una única aplicación de glifosato + herbicida hormonal.
- ✓ En los últimos 20 de años no se han desarrollado nuevos modos de acción y las expectativas para que esto suceda, al menos en el corto y mediano plazo, son escasas debido a los altos costos económicos que implica el desarrollo de nuevos modos de acción por el aumento de los estándares requeridos para la comercialización, fundamentalmente en cuanto a impacto ambiental se refiere. Por el contrario, se incrementa la tendencia a introducir tolerancia y resistencia a múltiples modos de acción de herbicidas en los cultivos (Ej. soja resistente a

glufosinato de amonio, glufosinato e isoxaflutole o glifosato y dicamba, sojas tolerantes a sulfonilureas (STS), etc.) Por lo tanto, es fundamental que se realice un uso sustentable de las herramientas químicas que se disponen hoy día para el manejo de malezas.

Bibliografía

- ARREGUI M.C., SCOTTA R. y D. EUSEBIO SÁNCHEZ 2009. Fitotoxicidad del barbecho químico en trigo y maíz. *Agrociencia* 43:595-601.
- BARRIUSO E. 2000. Contaminaciones con pesticidas utilizados en agricultura: el comportamiento de los pesticidas en el suelo como base para la interpretación y la previsión de los riesgos de contaminación. Workshop Internacional sobre Contaminación de suelos y aguas por agroquímicos. XVII Congreso Argentino Ciencia del Suelo. Mar del Plata, 11-14/4/00. Libro de resúmenes y CD del Congreso.
- BEDMAR F. 2006. Comportamiento ambiental de los herbicidas en el suelo: conceptos y resultados regionales. Seminario de Actualización Técnica "Manejo de malezas". INIA La Estanzuela. Serie de Actividades de Difusión N° 464:39-65.
- JAMES T.K., RAHMAN A., MELLISOP J.M. and M. TROLOVE 2004. Effect of rainfall on the movement and persistence of metsulfuron-methyl and clopyralid applied to pasture. *New Zealand Plant Protection* 57:271-276.
- KELLEY K.B. 2005. Soybean response to plant growth regulator herbicides is affected by other postemergence herbicides. *Weed Science* 53:101-112.
- METZLER M.J., PAPA J.C. y H.F. PELTZER 2011a. Eficacia del control de *Conyza* spp. con herbicidas residuales en postemergencia del cultivo de soja Acta del Quinto Congreso de la Soja del Mercosur. Primer Foro de la Soja Asia-Marcosur. p. 140-142.
- METZLER M.J., PURICELLI E. y H.F. PELTZER 2011b. Control de *Conyza* spp. (rama negra) en barbecho de soja con glifosato en mezcla con herbicidas residuales y de contacto. Acta del Quinto Congreso de la Soja del Mercosur. Primer Foro de la Soja Asia-Marcosur. p. 138-140.
- OSTEN V. and M. MCCOSKER 1999. Fallow rain needed for safe recropping after metsulfuron methyl-quick answers from a simple method Twelfth Australian Weeds Conference 628.
- PAPA J.C., TUESCA D. y L. NISENSOHN 2010a. 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. INTA EEA Oliveros. Para mejorar la producción Soja 45:85-89.
- PAPA J.C., TUESCA D. y L. NISENSOHN 2010b. Control tardío de rama negra (*Conyza bonariensis*) sobre individuos sobrevivientes a un tratamiento previo con glifosato. Oliveros, Santa Fe (AR): INTA Estación Experimental Agropecuaria Oliveros. Para mejorar la producción Soja 45:81-84.
- PAPA J.C., TUESCA D.H. y L.A. NISENSOHN 2008. El sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*) resistente a glifosato en Argentina. Actas Seminario Internacional "Viabilidad del Glifosato en Sistemas Productivos Sustentables". Serie de Actividades de Difusión. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay 554:49-53.
- PURICELLI E. y D. TUESCA 1997. Análisis de los cambios en las comunidades de malezas en sistemas de siembra directa y sus factores determinantes. *Revista de la Facultad de Agronomía. La Plata*. 102(1):97-118.
- SAHID I.B. and L. QUIRINUS 1997. Activity and mobility of metsulfuron-methyl in soils Department of Botany, Faculty of Life Sciences, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM, Bangi, Malaysia. *Plant Protection Quarterly* 12:125-127.
- SANCHEZ D., ARREGUI M.C., SCOTTA R. y A. RIUTZ 2010. Barbecho químico en soja con herbicidas no selectivos. *Revista FAVE - Ciencias Agrarias* 9 (1-2).
- THORSNESS K.B., CALVIN K.B. and G. MESSERSMITH 1991. Clopyralid Influences Rotational Crops. *Weed Technology* 5:159-164.