

MALEZAS



Editorial

En el momento en que escribo estas líneas resulta difícil imaginar el día en que la pandemia del coronavirus se convierta en un recuerdo del pasado. Las consecuencias de esta crisis global, que afecta a todos por igual, son difíciles de vislumbrar. Pero cuando llegue ese día, ¿habremos cambiado sustancialmente? Por lo pronto, tal vez no será posible ser indiferentes a los problemas ambientales y económico-sociales que vamos a enfrentar. En este contexto, lavarnos las manos es tan importante como difundir conocimiento verificable, por ello desde ASACIM pondremos nuestro granito de arena difundiendo saberes y opiniones.

Les presentamos los contenidos del tercer número de nuestra revista, donde podrán encontrar artículos de investigación y de opinión, notas técnicas, una reseña y una entrevista relevantes e interesantes, tanto para productores como para técnicos, investigadores y estudiantes interesados en las cuestiones ligadas a las malezas. Buscando como siempre un equilibrio de contenidos científicos y técnicos, se han seleccionado para este número trabajos acerca de temas candentes relacionados con el manejo químico y no químico de malezas y el estudio de las malezas resistentes. En ellos participaron autores tanto del sector público (INTA, EEA Obispo Colombes, UBA, UNT, UNMdP, CONICET), como del sector privado (UCC, Corteva, Rainbow, asesores privados).

Cumplimos con la meta que nos propusimos al inicio

de la Revista Malezas de la ASACIM de publicar como mínimo un número en el primer semestre y otro en el segundo semestre del año. Esto fue posible gracias a la confianza de los autores que nos enviaron sus trabajos y al apoyo económico de los socios activos y de las empresas patrocinantes (en orden alfabético) Corteva, Nufarm, Sipcam, SpeedAgro, SummitAgro, Sumitomo Chemical y Syngenta.

Esperamos que la información aquí presentada sea útil para todos los lectores y los invitamos a enviar sus trabajos en el campo de la sistemática, biología, fisiología, dinámica de poblaciones, bioquímica, herbicidas, reguladores de crecimiento, agentes defoliantes, desecantes, biotecnología, tecnología de uso y aplicación, métodos de control y manejo de malezas. Encontrarán las normas de publicación en: <http://www.asacim.org.ar/wp-content/uploads/2019/02/NORMAS-de-publicacion%C3%B3n-MALEZAS.pdf>.

Aprovechamos además para invitarlos al III Congreso Argentino de Malezas – ASACIM a realizarse los días 8 y 9 de junio de 2021 en Rosario.

Cordialmente

Elba de la Fuente

Comité Editorial

revistamalezas.asacim@gmail.com

staff

Comisión Directiva de ASACIM

Presidente: Julio Scursoni

Vicepresidente: Eduardo Cortés

Secretario: Pablo Kalnay

Prosecretario: Betina Kruk

Tesorero: José María Cichero

Protesorero: Elba de la Fuente

Vocales Titulares: Luis

Lanfranconi y Daniel TUESCA

Vocal Suplente: Juan Carlos Papa

Comisión Asesora de Cuentas de ASACIM

Miembros Titulares: Sebastián Sabaté,

Mario Vigna y María Luz Zapiola

Miembro Suplente: Roberto Javier Crespo

Equipo Editorial

Coordinador: Elba de la Fuente

Comité Editor: Roberto Javier Crespo,

Patricia Diez de Ulzurum, Diego Ustarroz,

Mario Vigna y María Luz Zapiola

Producción: HA ediciones

Este número se realizó gracias al apoyo recibido por estas empresas



ÍNDICE

4

Evaluación de cultivos de cobertura de *Vicia villosa* Roth sola y consociada con *Triticosecale* Wittmack como reguladores de las poblaciones de malezas en la región central de Córdoba

12

Reflexionando sobre las malezas: ¿en qué estamos fallando que no podemos resolver los problemas y cada vez tenemos más?

24

Protocolo experimental para identificar posibles poblaciones resistentes de malezas

28

Poblaciones de *Lolium* sp resistentes a cletodim en el sur de Buenos Aires

36

Entrevista
Jorgelina C. Montoya: “El productor reconoce a las malezas como un componente problemático de su sistema.”

40

Supervivencia, crecimiento y fecundidad de distintas poblaciones de *Avena fatua* L. tratadas con inhibidores de ALS

48

Reseña del libro “Malezas del Semiárido Central Argentino”

52

Enlist™ sistema de control de malezas: como funciona el sistema y que soluciones ofrece a la problemática en argentina

Asociación Argentina de Ciencia de las Malezas (ASACIM)

Cátedra de Cultivos Industriales, Oficina 1 ASACIM.

Departamento de Producción Vegetal

Facultad de Agronomía – UBA

Av. San Martín 4453

(C1417DSE) Ciudad Autónoma de Buenos Aires

ARGENTINA

Evaluación de cultivos de cobertura de *Vicia villosa* Roth **sola y consociada con *Triticosecale* Wittmack**

como reguladores de las poblaciones de malezas en la región central de Córdoba

Ustarroz, D.¹; Beltrami, J.B.²; Cura, L.N.²; Alvarez C.¹

¹INTA Manfredi. Ruta Nacional N° 9 km 636. ²Estudiantes de la Facultad de Agronomía UNVM
Email: ustarroz.diego@inta.gob.ar
Trabajo presentado en el II Congreso Nacional de Malezas de la ASACIM

RESUMEN

En los últimos diez años la siembra del cultivo de maíz en la región central de Córdoba se ha retrasado de septiembre – octubre a diciembre, incrementándose la duración del barbecho y el número de aplicaciones de herbicidas requeridos en el mismo. Los objetivos de este trabajo fueron i) evaluar la abundancia de malezas desde la cosecha del cultivo de soja hasta la siembra de un cultivo de maíz tardío con diferentes manejos durante el invierno y ii) comparar el uso consuntivo del agua y la eficiencia de uso del agua de los cultivos de cobertura. Se establecieron tres tratamientos: cultivo de cobertura (CC) de *Vicia villosa* (V), CC de *Vicia villosa* + *Triticosecale* (V+T) y barbecho (B). Los CC se establecieron en mayo luego de la cosecha de un cultivo de soja y se secaron en septiembre con glifosato + 2,4D. En el tratamiento B, se aplicó atrazina en otoño. Al momento del secado de los CC se determinó su biomasa, el uso consuntivo y la eficiencia de uso del agua (EUA). También se determinó la biomasa, la frecuencia y la densidad de malezas. El CC V+T produjo más biomasa y tuvo mayor EUA que V, pero la vicia no fue

controlada en absoluto con glifosato + 2,4D en V+T. La biomasa de malezas de ciclo otoño-invernal fue mayor en V que en B, y B produjo la misma biomasa que V+T. La densidad de *Eleusine indica* fue mayor en B que en V y mayor en V que en V+T y la de *Digitaria sanguinalis* fue mayor en B y V que en V+T.

Palabras clave: barbecho, control cultural, control químico, maíz tardío.

SUMMARY

In the last 10 years, the planting date of maize in the central region of Córdoba (Argentina) has been delayed from September - October to December, thus increasing the fallow's length and the number of herbicide applications during fallow. The aims of this study were i) to evaluate the abundance of weeds from the harvest of soybean crop to the sowing of a late maize crop with different managements during the winter and ii) to compare the consumptive use of water and the water use efficiency (WUE) of the cover crops. Three treatments were established: cover crops (CC) of *Vicia villosa* (V). CC of *Vicia villosa* + *Triticosecale* (V + T) and fallow (F). The CC were sown in May after a soybean crop and were finished in September with gly-





phosate + 2,4D. During fall atrazine was applied in treatment F. The biomass, the consumptive use of water and the WUE were determined at the end of CC. Samplings of biomass, frequency and density of weeds were done. V+T produced more biomass and had greater WUE than V, but *V. villosa* was not controlled with glyphosate + 2,4D in V+T. The biomass of autumn-winter cycle weeds was higher for V than for F and V+T. The density of *Eleusine indica* was higher for F than V, and V was higher than V+T and that of *Digitaria sanguinalis* was higher for F and V than V+T.

Keywords: chemical control, cultural control, fallow, late maize.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 10 años la siembra del cultivo de maíz en la región central de Córdoba (Argentina) se retrasó de septiembre – octubre a diciembre, con la finalidad de evitar el crecimiento del cultivo durante la primavera en donde las lluvias tienen una alta variabilidad interanual (De la Casa y Ovando, 2006). Esto genera un largo período de barbecho, durante el cual se deben realizar varias aplicaciones de herbicidas, incrementándose el costo en estos insumos y favoreciendo la evolución de malezas resistentes debido a la alta presión de selección ejercida. La inclusión de un cultivo de cobertura invernal (CC) como antecesor de un

cultivo de maíz de siembra tardía, podría ser una buena alternativa de manejo tendiente a reducir las poblaciones de malezas y el número de aplicaciones de herbicidas necesarias. Los objetivos de este trabajo fueron i) evaluar la abundancia de malezas desde la cosecha de un cultivo de soja hasta la siembra de un cultivo de maíz tardío, con diferentes manejos durante el invierno y ii) comparar el uso consuntivo del agua y la eficiencia de uso del agua de los cultivos de cobertura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2016/2017 se realizó un ensayo en el campo de la EEA INTA Manfredi (31° 41' LS 63° 46' LO), Córdoba, Argentina. El suelo es un haplustol éntico de textura franco limosa con capacidad de uso IIIc. El experimento tuvo un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones. Las unidades experimentales tuvieron una dimensión de 10 x 80 m. Los tratamientos consistieron en diferentes manejos durante el período entre la cosecha del cultivo de soja y la siembra de maíz tardío. Se evaluaron tres tratamientos: 1) cultivo de cobertura de vicia (*Vicia villosa* Roth) (V), 2) cultivo de cobertura de vicia + triticale (*Triticum secale* Wittman) (V+T) y 3) barbecho químico (B).

El cultivo de soja se cosechó a mediados de abril. Los CC se

sembraron bajo siembra directa el 17 de mayo de 2016, a 17,5 cm de distancia entre hileras con una sembradora a chorrillo. La consociación (V+T) se logró intercalando hileras de cada especie. La densidad de siembra de vicia fue de 20 kg ha⁻¹, tanto para el tratamiento V como para V+T y la de triticale fue de 60 kg ha⁻¹. Las semillas de vicia fueron inoculadas con *Rhizobium leguminosarum biovar viciae*.

Previo a la siembra de los CC, el 16 de mayo de 2016 se aplicó 960 g.e.a ha⁻¹ de glifosato para eliminar las malezas presentes. En el tratamiento B, junto con glifosato se aplicó 900 g.i.a ha⁻¹ de atrazina para evaluar su control residual de malezas. A los 21 días desde la siembra se determinó la densidad de plantas de los CC mediante 6 muestras al azar de 0,25 m² en cada parcela. En el tratamiento (V+T) se realizó el recuento por especie. Los CC se secaron el 28 de septiembre de 2016 con glifosato + 2,4D sal amina (960 + 420 g.e.a. ha⁻¹) en estado de espiga embuchada para triticale y 10 % de floración para vicia.

A la siembra y en el momento de secado de los CC se determinó en todos los tratamientos el contenido de agua del suelo hasta los 2 m de

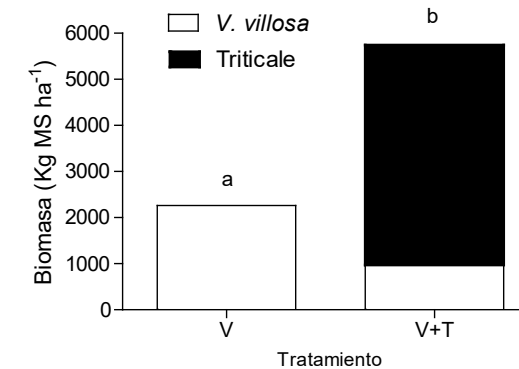


Figura 1. Biomasa de *Vicia villosa* (barras blancas) y *Triticum secale* (barra negra) en monocultura de vicia (V) y vicia consociada con triticale (V+T), al momento del secado de los cultivos de cobertura.

profundidad por el método gravimétrico. Los registros de precipitaciones durante el ciclo de los CC se obtuvieron de la casilla meteorológica ubicada dentro de la estación experimental. La producción de biomasa de ambas especies de CC se determinó previo al secado de los mismos el 22 de septiembre de 2016. Para ello, se tomaron seis muestras de 0,25 m² por parcela, cortando las plantas a nivel del suelo, separando el material por especie, y secándolo en estufa a 70 °C por 48 h hasta constancia de peso para luego determinar su peso seco.

El uso consuntivo (UC) de agua de los CC se obtuvo mediante la suma del contenido de agua útil del suelo al momento de la siembra y las precipitaciones acumuladas entre la siembra y el secado de los CC, menos el agua útil al momento del secado. La eficiencia de uso del agua (EUA) de los CC se calculó realizando el cociente entre la MS y el UC.

Para determinar la biomasa (MS) de las malezas otoño-invernales, el 23 de agosto de 2016 se tomaron en cada parcela 14 muestras de 0,25 m² al azar. Las plantas se cortaron al nivel del suelo, fueron separadas por especie y secadas en estufa a 70 °C por 48 h para luego determinar su peso seco. Para las especies de crecimiento primavero-estival, se evaluó frecuencia y densidad de especies el 10 de noviembre. La frecuencia (número de muestras con presencia de una determinada especie maleza/ número total de muestras) se obtuvo arrojando un cuadro de 0,25 m², 30 veces en cada parcela a lo largo de una transecta en forma de W. La densidad de cada especie se obtuvo mediante el recuento sistemático de plantas en cuatro cuadros de 0,25 m² ubicados en zonas representativas con presencia de las malezas. El 15 de diciembre se realizó un muestreo con un cuadro de 1 m² para cuantificar individuos de *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist, que se encontraba a baja densidad en el ensayo.

Cuadro 1. Biomasa, uso consuntivo (UC) y eficiencia de uso del agua (EUA) de los cultivos de cobertura.

Tratamiento	Biomasa (kg MS ha ⁻¹)	UC (mm)	EUA (kg MS mm ⁻¹)
V	2264,2 a	254,4 a	8,9 a
V+T	5742,2 b	275,6 a	20,8b

Letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos según el test DGC $p < 0,05$.

Los datos se sometieron a análisis de la varianza y las medias se compararon con el test Di Rienzo, Guzmán y Casanoves, DGC (Di Rienzo *et al.*, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La densidad de plantas de vicia lograda fue de 36 y 30 plantas m⁻² en V y V+T, respectivamente. Estas densidades están dentro de los rangos recomendados (Baigorria *et al.*, 2012; Miranda *et al.*, 2016). La densidad lograda de triticale fue de 82 plantas m⁻² en V+T.

La biomasa total del cultivo de cobertura V+T fue 2,5 veces mayor que la de V (Cuadro 1). Capurro *et al.* (2012) obtuvieron valores similares de biomasa de *V. villosa* (2730 kg MS ha⁻¹) al momento del secado del CC en inicio de floración. Valores mayores de biomasa (3956 a 7691,5 kg MS ha⁻¹) se reportaron cuando el secado se realizó en estados más avanzados

de desarrollo y con adecuada disponibilidad hídrica (Capurro *et al.*, 2012; Baigorria y Cazorla, 2010). En coincidencia con nuestros resultados, Capurro *et al.* (2012) obtuvieron mayor producción de biomasa con una consociación de *Avena sativa* y *V. villosa* (4367 a 7792 kg MS ha⁻¹) que con *V. villosa* en monocultura (2730 a 3956 kg MS ha⁻¹). En el presente trabajo, la biomasa de vicia en la consociación (V+T) fue un 58 % menor que en la monocultura, aportando solo el 17 % de la biomasa total producida (Figura 1).

Ambos tratamientos de CC consumieron una cantidad similar de agua entre siembra y secado, pero la consociación logró producir mayor cantidad de biomasa. Por lo tanto, la EUA de V+T, calculada como biomasa producida en función del agua consumida, fue mayor que la de V (Cuadro 1). En un estudio realizado por Bertolla *et al.* (2012) con *V. sativa*,

**Figura 2.** Vistas de las fallas en el secado de *V. villosa* en el tratamiento V+T.**Cuadro 2.** Biomasa de malezas otoño-invernales en el muestreo del 23 de agosto de 2016.

Trat.	Biomasa de malezas (g m ⁻²)	
	<i>Lamium amplexicaule</i>	<i>Descurainia erodiifolia</i>
B	0,1 b	0 b
V	65,0 a	8 a
V + T	12,1 b	0,4b

Para cada especie letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos según el test DGC $p < 0,05$.

V. villosa, *Secale cereale* (centeno) y triticale, las gramíneas tuvieron mayor EUA que las leguminosas. Las diferencias entre especies de distintas familias puede estar asociada a diferencias en el tipo de metabolismo de fijación de carbono que posea cada especie y a los costos de síntesis de las sustancias que componen la biomasa producida. La EUA de *V. villosa* fue menor a la publicada en otros trabajos (Miranda *et al.*, 2016; Baigorria y Cazorla, 2010). Si bien las malezas no se computaron en la biomasa total producida por el CC, las malezas compiten con el CC reduciendo la biomasa producida por el mismo en función de la cantidad de agua total consumida.

El secado de V+T con glifosato + 2,4D presentó inconvenientes. Las plantas de vicia no fueron controladas por los herbicidas (Figura 2) y se requirieron 40 días para lograr la muerte de las plantas de triticale. La falla de control de las plantas de vicia en el tratamiento V+T estaría relacionada al efecto del canopeo del triticale que, “como un paraguas”, impedía la llegada del

producto a la vicia que fue muy bien controlada en la monocultura (*i.e.* 90 %).

Los tratamientos V+T y B tuvieron muy baja abundancia de malezas, expresada en biomasa producida, durante el invierno (Cuadro 2). Por el contrario V presentó alta abundancia de *Lamium amplexicaule* L. y *Descurainia erodiifolia* (Phil.) Prantl ex Reiche, asociada al lento crecimiento inicial de la vicia (Cuadro 2; Figura 3). Buratovich y Acciaressi (2016) encontraron resultados similares. El buen control de *L. amplexicaule* y *D. erodiifolia* por atrazina en el tratamiento de B, coincide con otras experiencias realizadas en INTA Manfredi (Ustarroz, datos no publicados).

Luego del secado de los CC, las principales malezas presentes fueron: *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *L. amplexicaule* y *C. bonariensis* (Cuadro 3). *L. amplexicaule* estuvo presente a alta densidad en el tratamiento B, lo que indica la pérdida de residualidad de la atrazina aplicada el 16 de mayo de 2016. Las plantas de *L. amplexicaule* establecidas en V durante el otoño murieron. Ambos tratamientos

Cuadro 3. Frecuencia y densidad de malezas (plantas m⁻²) luego del secado de los cultivos de cobertura el 28 de septiembre de 2016.

Trat	<i>E. indica</i> ¹		<i>D. sanguinalis</i> ¹		<i>L. amplexicaule</i> ¹		<i>C. bonariensis</i> ²	
	Frecuencia %	Densidad pl m ⁻²	Frecuencia %	Densidad pl m ⁻²	Frecuencia %	Densidad pl m ⁻²	Frecuencia %	Densidad pl m ⁻²
B	87,0 a	255,6 a	56,0 a	218,7 a	97,2 a	458,6 a	13,0 a	0,7 a
V	82,0 a	182,5 b	37,0 a	219,0 a	4,2 b	1,4 b	68,0 b	4,9 a
V+T	19,0 b	4,0 c	13,0 a	3,1 b	0 b	19,0 b	19,0 b	19,0 b

¹ Evaluación realizada el 10 de noviembre de 2016. ² Evaluación realizada el 15 de diciembre de 2016. Para cada especie letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos según el test DGC $p < 0,05$.



Figura 3. Vista de vicia + triticale libre de malezas (a), vicia con alta infestación de *L. amplexicaule* florecido (b) y barbecho químico (c). Fotos tomadas el 12 de agosto de 2016.

de CC suprimieron las emergencias primaverales de *L. amplexicaule*.

El tratamiento V+T redujo significativamente la frecuencia de infestación y la densidad de *E. indica* en comparación con V y B. El tratamiento V tuvo un efecto menos marcado sobre esta especie, reduciendo su densidad solamente con respecto al tratamiento B (Cuadro 3). Teasdale *et al.* (1991) obtuvieron una alta supresión de *E. indica* con CC de *V. villosa* y centeno, sin diferencias entre especies en su capacidad supresora para una misma cantidad de biomasa producida. Por lo tanto, es probable que las diferencias observadas entre tratamientos en cuanto a la supresión de malezas en el presente trabajo estén relacionadas con la diferencia de biomasa de ambos tratamientos (V y V+T). Con respecto a *D. sanguinalis*, si bien no

hubo diferencias en la frecuencia, se vio diferencias en la densidad, siendo menor en V+T que en V y B que no se diferenciaron entre sí (Cuadro 3).

Si bien *C. bonariensis* germina principalmente en otoño – invierno (Ustarroz y Cerutti, 2015a), debido a su baja densidad en el ensayo, las diferencias entre tratamientos para esta especie solo pudieron ser detectadas en el muestreo del 15 de diciembre en el cual se utilizó una unidad muestral más grande. El tratamiento V presentó una mayor frecuencia de infestación de *C. bonariensis* que B y V+T (Cuadro 3; Figura 4), lo que coincide con los resultados obtenidos para *L. amplexicaule* y *D. erodiifolia*. La baja frecuencia de infestación de *C. bonariensis* en el tratamiento B, pudo deberse al control residual de atrazina, ya que esta maleza es susceptible a este herbicida (Ustarroz y Cerutti, 2015b).

CONCLUSIONES

La siembra consociada de vicia + triticale como cultivo de cobertura redujo la abundancia de *L. amplexicaule*, *D. erodiifolia*, *C. bonariensis*, *E. indica* y *D. sanguinalis* entre la cosecha del cultivo de soja y la siembra de maíz tardío. La inclusión de esta consociación, en un lote con infestación de estas malezas, permitiría ahorrar una aplicación de herbicidas en el mes de octubre, si el CC se termina en forma mecánica. En esta experiencia no se redujo el número de aplicaciones herbicidas ya



Figura 2. Vista de vicia infestada con *Conyza bonariensis* el 29 de diciembre de 2016



Estudiantes de la UNVM

que se realizó una aplicación antes de la siembra y en el secado, pero se redujo la cantidad de herbicidas aplicados, ya que no se aplicó ningún herbicida residual como en el B y no fue necesaria la aplicación de un graminicida para el control de *E. indica* resistente a glifosato.

El cultivo de cobertura de vicia sembrado como monocultura en mayo no fue lo suficientemente competitivo con las malezas de ciclo otoño-invernal presentes en el ensayo y produjo una muy leve reducción de la abundancia de las malezas de emergencia primavera – estival.

La producción de biomasa de *V. villosa* en la consociación, a las densidades utilizadas en el ensayo, fue muy baja (950 Kg MS ha⁻¹). A su vez las plantas de *V. villosa* no fueron controladas con glifosato + 2,4D en V+T debido a la dificultad para mojar las plantas de esta especie que fueron cubiertas por triticale.

El consumo de agua fue similar entre ambos CC, pero V tuvo menor eficiencia de uso del agua respecto de V+T, haciendo que esta última sea una alternativa más interesante en zonas semiáridas donde la disponibilidad de agua para producir biomasa es limitante en muchos años. «

Bibliografía

- BAIGORRIA, T & CAZORLA C (2010) Eficiencia del uso del agua por especies utilizadas como cultivos de cobertura. En: Actas del XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario, Argentina.
- BAIGORRIA T, GÓMEZ D, CAZORLA C. *et al.* (2012) Bases para el manejo de vicia como antecesor del cultivo de maíz. En: Contribuciones de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción. (eds C ALVAREZ, A QUIROGA, D SANTOS & M BODRERO), 1a edn, 158-164. Ediciones INTA, La Pampa, Argentina.
- BERTOLLA A, BAIGORRIA T, GÓMEZ D, CAZORLA C, CAGLIERO M, LARDONE A & AIMETTA B (2012) Efecto de la fertilización sobre la eficiencia del uso del agua de especies invernales utilizadas como cultivos de cobertura. En: Contribuciones de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción. (eds C ALVAREZ, A QUIROGA, D SANTOS & M BODRERO), 1a edn, 138-147. Ediciones INTA, La Pampa, Argentina.
- BURATOVICH MV & ACCIARESINI HA (2016) Emergencia de malezas en cultivos de cobertura otoño-invernales. EEA INTA Pergamino. Disponible en: inta.gob.ar/sites/default/files/inta_pergamino_emergencia_de_malezas_en_cultivos_de_cobertura_diciembre_2016.pdf
- CAPURRO J, DICKIE MJ, NINFI D, ZAZZARINI A, TOSI E & GONZÁLEZ MC (2012) Gramíneas y leguminosas como cultivos de cobertura para soja. Para mejorar la producción 47, 83-88.
- DE LA CASA A & OVANDO G (2006) Relación entre la precipitación e índices de vegetación durante el comienzo del ciclo anual de lluvias en la provincia de Córdoba, Argentina. Revista de investigaciones agropecuarias 35(1), 67-85.
- DI RIENZO JA, GUZMÁN AW, CASANOVES F (2002) A multiple-comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics 7(2), 129-142.
- MIRANDA W, GIRON P & BARRACO M (2016) Densidad de siembra de Vicia villosa ROTH. Como cultivo de cobertura en el noroeste bonaerense. En: Actas del XXV congreso Argentino de la ciencia del suelo. Río Cuarto, Córdoba, Argentina, 27 de junio – 1 julio de 2016.
- TEASDALE JR, BESTE CE & POTTS WE (1991) Response of weeds to tillage and cover crop residue. Weed Science 39, 195-199.
- USTARROZ D & CERUTTI D (2015a) Dinámica de emergencia de *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist. durante el período de barbecho. En: Actas del XXII Congreso de ALAM y I Congreso de la ASACIM, Buenos Aires, Argentina. P 555.
- USTARROZ D Y CERUTTI D (2015b) Control de *Conyza bonariensis* (L.). Cronquist. durante el período de barbecho con herbicidas residuales. En: Actas del XXII Congreso de ALAM y I Congreso de la ASACIM, Buenos Aires, Argentina. P 429.

Reflexionando sobre las malezas:

¿En qué estamos fallando que no podemos resolver los problemas y cada vez tenemos más?

Papa, J.C.M.; García, A.V.
Protección Vegetal, EEA Oliveros
del INTA, Centro Regional Santa Fe
papa.juan@inta.gob.ar
garcia.andrea@inta.gob.ar

RESUMEN

Las malezas son actualmente una de las principales adversidades de los cultivos extensivos en la Argentina, con casos crecientes de tolerancia y resistencia a herbicidas. Es necesario reflexionar sobre los motivos por los cuales estos problemas no se resuelven con los recursos disponibles de modo de reconocerlos, asumirlos y así avanzar en su solución. Podemos identificar algunas causas que son poco evidentes pero que tienen un gran peso en la problemática tal como el desconocimiento de las malezas como entidades biológicas; la sobreestimación de los herbicidas como herramientas para el control de malezas coexistiendo con el mal uso y con su escasa valoración como instrumentos cuya sustentabilidad deba ser tenida en cuenta. Considerando las alternativas disponibles, el manejo integrado de malezas (MIM) se presenta prácticamente como única opción para corregir los errores que nos impiden avanzar en la resolución del problema. Es importante un cambio de actitud y comprender que las malezas no serán controladas sólo con herbicidas.

Palabras clave: malezas, herbicidas, resistencia, manejo integrado de malezas

SUMMARY

Weeds are currently one of the main adversities of extensive crops in Argentina, with increasing cases of tolerance and resistance to herbicides. It is necessary to analyze the reasons why these problems are not solved with the available resources in order to recognize them, assume them and thus advance their solution. We can identify some causes that are not very evident but that have a great impact on the problem, such as the ignorance of weeds as biological entities; the overestimation of herbicides as tools for weed control coexisting with misuse and with their low valuation as instruments whose sustainability must

be taken into account. Considering the available alternatives, the integrated weed management (IWM) is presented practically as the only option to correct the errors that prevent us from moving forward in solving the problem. It is important to change your attitude and understand that weeds will not be controlled only with herbicides.

Key words: weeds, herbicides, resistance, integrated weed management

INTRODUCCIÓN

Considerando a las adversidades bióticas que afectan a los diferentes cultivos extensivos en la Argentina, vemos que las malezas ocupan hoy un lugar preponderante. Las malezas revisten un estatus realmente crítico por la gran cantidad de casos de tolerancia y resistencia a glifosato y a otros herbicidas resultado de procesos de adaptación evolutiva, que se traducen en lotes con elevados grados de infestación por fallas de control y en poblaciones de malezas en continua expansión. Este hecho es muy evidente a pesar de la aparente gran cantidad de herbicidas disponibles que se aplican a los sistemas productivos con relativamente elevada intensidad y frecuencia.

Según datos estadísticos de la Red de Conocimientos en Malezas Resistentes (REM, 2020), en la Argentina actualmente nos enfrentamos a 39 biotipos y 21 especies de malezas resistentes a 4 mecanismos de acción diferentes: EPSPs (glifosato), ACCasa (graminicidas selectivos post emergentes), ALS (imidazolinonas, sulfonilureas y triazolpirimidinas) y hormonales. Además se informó de numerosos casos de resistencia cruzada y al menos 11 casos de resistencia múltiple. Todos estos casos en conjunto crecen, a partir del año 2010, a una tasa de aproximadamente 4 biotipos y 2 especies por año con algún tipo de resistencia (Figura 1).

ORIGEN DE LA PROBLEMÁTICA

La explicación, al menos parcial, de por qué llegamos a esta realidad, la encontramos en la línea de tiempo de la Figura 2. Los grandes cambios en materia de control de malezas fueron históricamente impulsados por la demanda de los actores del sistema productivo, demanda que procuró ser satisfecha con la oferta de la ciencia, la tecnología y la industria.

Es así que partimos de un modelo complejo pero diverso y relativamente estable, donde el manejo de malezas era la etapa más costosa, compleja y exigente en conocimientos, por ende rico en la aplicación de **tecnología de procesos**. La demanda imperiosa entonces era la simplicidad y una menor dependencia del conocimiento, la que fue satisfecha a mediados de los 80 por los herbicidas inhibidores ALS (imazetapir, met-sulfuronmetil, clorimurón, flumetsulam, etc.), que permitieron dar el gran salto hacia la agricultura con la aplicación de **tecnología de insumos**. Así a modo de ejemplo, con un único herbicida como el imazetapir, se podían controlar gramíneas, latifoliadas e incluso ciperá-

ceas y además aportaba residualidad. El abuso de ese grupo de herbicidas desembocó, luego de un breve lapso de uso, en la resistencia de *Amaranthus hybridus* L. Pero a mediados de los 90 se introdujo, con evidente éxito, la soja tolerante a glifosato. Este verdadero hito en la historia de la agricultura, permitió el afianzamiento de la tecnología de insumos en los sistemas agrícolas, dentro un modelo productivo muy simple y económicamente exitoso basado en el monocultivo, el empleo de uno o unos pocos herbicidas, la ausencia de labranzas y el alquiler de la tierra por un plazo muy breve (una campaña). Así, se arraigó fuertemente la idea que cuando una tecnología pierde eficacia, es prontamente sustituida por otra más efectiva, simple y económica que la anterior. La reiteración en el espacio y en el tiempo de ese modelo, cuyos componentes se han constituido en una parte importante de la estructura productiva actual, es en gran medida responsable de la crisis en materia de manejo de malezas. Más allá de las necesidades, urgencias, demandas, malestares y creencias, es improbable hallar la solución a un problema



Figura 1. Evolución de los problemas de malezas resistentes a diferentes mecanismos de acción en la Argentina. Fuente REM (AAPRESID), 2020

insistiendo con la intervención de los mismos factores que lo generaron.

El objetivo de este artículo es contribuir a crear un ámbito de reflexión que permita reconocer y asumir las causas que nos impiden resolver el problema de las malezas en los sistemas agrícolas extensivos de la Argentina

¿EN QUÉ ESTAMOS FALLANDO CONSIDERANDO QUE LAS MALEZAS SIGUEN OCUPANDO ESPACIOS?

La problemática de las malezas hoy es sumamente compleja por lo tanto, la respuesta a la pregunta anterior también lo es e involucra numerosas causas que no operan de manera aislada. Muchas de ellas son muy evidentes y otras no tanto, pero forman parte de una estructura productiva difícil de modificar; es así que podemos citar a algunas que consideramos como las más importantes:

1) Falta de conocimiento de la bio-

logía de las malezas que lleva a la subestimación de la aptitud de las poblaciones para sobrevivir y sobreestimación de las tecnologías percibidas como la solución absoluta y definitiva. En su relativamente breve historia sobre la tierra, el hombre fue capaz de generar grandes cambios en su entorno simplificando al máximo los sistemas agrícolas en su propio beneficio. Esto los tornó extremadamente vulnerables a insectos, malezas, enfermedades y otras adversidades. En respuesta a ello se desarrollaron numerosas tecnologías, tales como los herbicidas, con la finalidad de erradicar a las malezas. En ese sentido, cada nuevo herbicida o nueva tecnología aplicada al logro de esa finalidad, representó sólo una ilusión, inicialmente sobreestimada en sus capacidades y repetidamente frustrada en sus resultados finales. Esto pone en evidencia la compleja realidad del problema frente a la por demás ambiciosa meta de la erradicación.

2) Existe una escasa valoración de

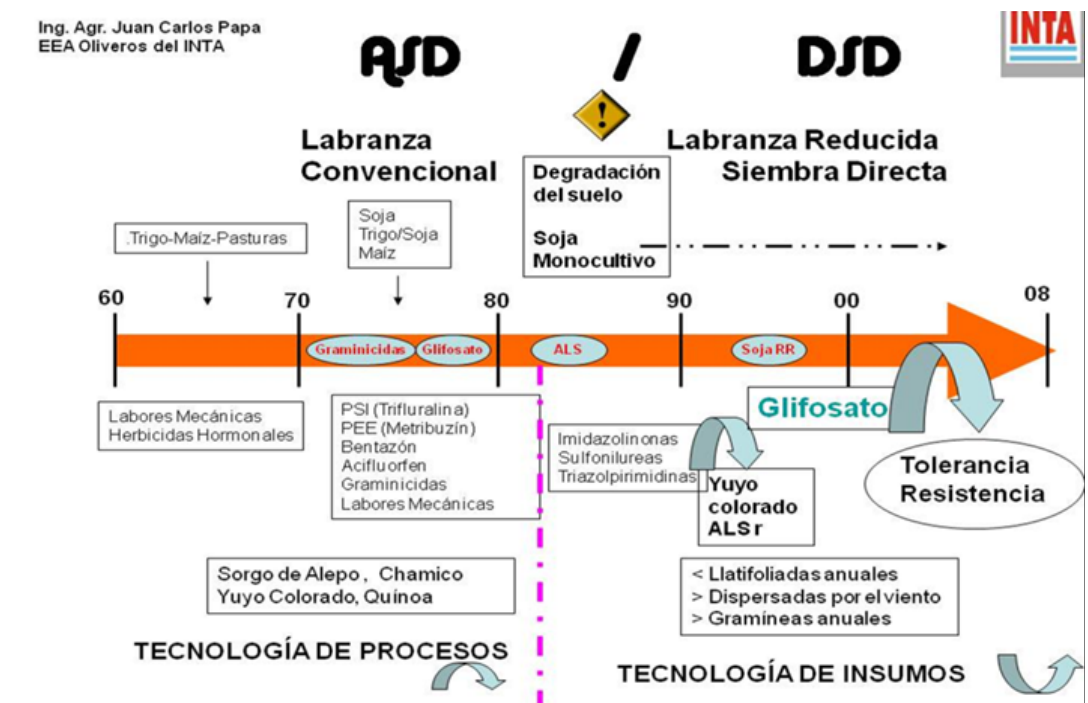


Figura 2. Esquema de la línea de tiempo que trata de describir, en parte, la evolución de los problemas de malezas y las tecnologías disponibles para resolverlos en los diferentes contextos técnico-productivos.

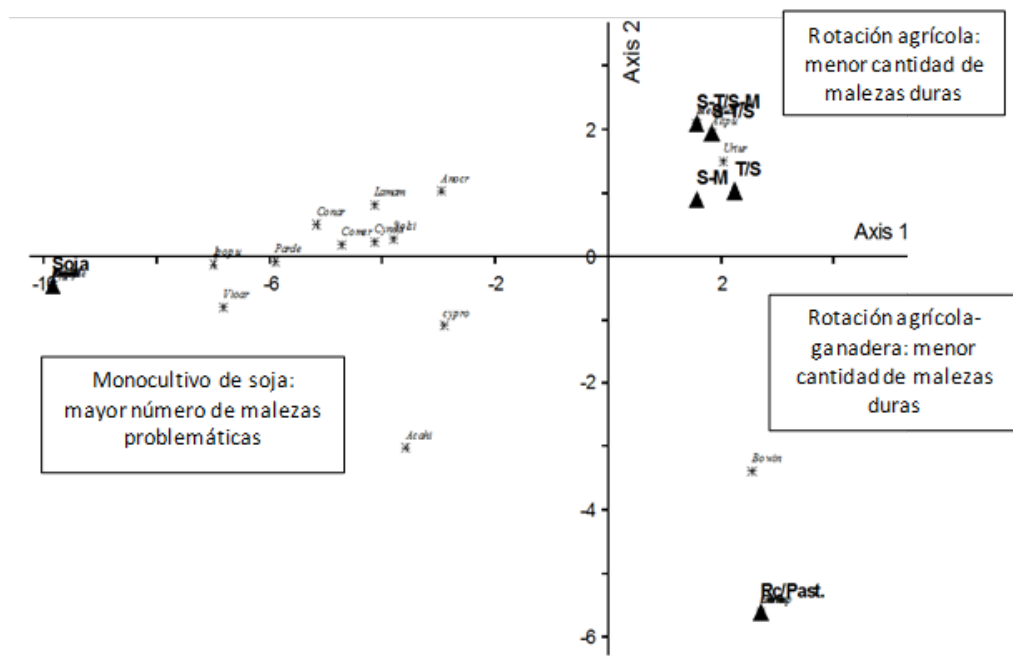


Figura 3. Ordenamiento de las especies en diferentes condiciones de manejo en EEA INTA Oliveros (Papa 1999). La máxima concentración de especies de difícil control se registró en la situación de monocultivo de soja asociada al empleo de glifosato como único herbicida.

los herbicidas como instrumentos objeto de sustentabilidad. Naturalmente surge la pregunta ¿son los herbicidas recursos cuya utilidad práctica y económica debe ser preservada? Si consideramos a los herbicidas como participantes necesarios del sistema productivo agrícola, relativamente escasos, poco sustituibles y difícilmente renovables, la respuesta debe ser sí. **De cada 30.000 nuevas moléculas sintetizadas, una sola tiene probabilidades de llegar al mercado como un herbicida comercial y para ello la inversión necesaria puede alcanzar alrededor de 200 millones USD y al menos 10 años de trabajo arduo.**

3) El mal uso favorece la reducción constante de la utilidad práctica y económica de los herbicidas. Con elevada frecuencia se hace un uso casi discrecional de los herbicidas, como "herramientas exclusivas", sin considerar otros procedimientos complementarios para resolver situaciones coyunturales severas. Se piensa en "apagar

incendios", con un criterio de extremo corto plazo, fuera de un programa integral de manejo y **sin tener en cuenta las posibles externalidades.** El mal uso puede ser el resultado del desconocimiento, la falta de planificación o asesoramiento, las presiones comerciales y/o laborales, las limitantes económicas, la modalidad operativa o de una combinación de varios de estos factores. Además, todos estos aspectos suelen ser citados por los afectados, como barreras insalvables y que los obligan a insistir una y otra vez con los mismos procedimientos erróneos.

3-1) El mal uso o el abuso de los herbicidas puede dar lugar a la evolución de resistencia a herbicidas como resultado de la presión de selección. Hay maneras sumamente conspicuas de ejercer presión de selección sobre las poblaciones de malezas tales como la sobredosificación, común en herbicidas económicos; la subdosificación, más frecuente en herbicidas costosos; la reiteración del mismo mecanismo de

acción; la tecnología de aplicación inadecuada; los ambientes desfavorables o el empleo incorrecto de coadyuvantes, etc. No obstante existen formas más sutiles, fuertemente promotoras de malezas "duras", muchas de las cuales se han constituido en prácticas habituales y hasta naturales para los productores, tales como:

3.1.1. Los tratamientos inoportunos "crónicos" realizados sobre malezas muy avanzadas en su ciclo y con elevada frecuencia, **de la mano de sistemas productivos basados en el alquiler por una única campaña y del monocultivo de soja.** No obstante, numerosos aspectos que tienen que ver con variables económicas, con demoras en tomar la decisión, con la disponibilidad de los herbicidas adecuados y/o de equipos aspersores cuando se los requiere o con la **"inercia cultural del glifosato"**, también contribuyen a que los tratamientos con herbicidas no siempre se realicen sobre malezas en el momento oportuno. Los herbicidas postemergentes, diferentes al glifosato y disponibles hoy exigen, en su gran mayoría para su buen desempeño, la aplicación en estados juveniles y tamaños pequeños de las malezas, en ambientes favorables y con tecnologías de aplicación específicas.

3.1.2. Escasos cultivos invernales de cosecha o de servicio (puentes verdes) reemplazados con barbechos excesivamente prolongados (6 a 8 meses de duración). Esto implica **en un extremo**, que no se realizan tratamientos contra las malezas, que crecen libremente durante todo el barbecho, obligando a aplicar verdaderas "bombas químicas" previo a la siembra del cultivo estival, para resolver la coyuntura, fuera de toda recomendación racional y registro legal. **En el otro extremo** se trata de mantener el lote totalmente libre de malezas hasta el momento de la siembra, reiterando tratamientos con herbicidas residuales de elevada persistencia, muchas veces con un mismo mecanismo

de acción y, en general, de bajo costo (metsulfuronmetil, atrazina, etc.). Ambos extremos favorecen la evolución de problemas de malezas.

3.1.3. Insistencia en sembrar sobre malezas vivas remanentes del barbecho o del cultivo previo. Si bien el correcto manejo de los cultivos requiere que la fecha de siembra sea la oportuna para el logro de resultados productivos favorables, no es menos cierto que en el momento de la siembra las malezas deben estar controladas, ya que luego de la emergencia del cultivo, las opciones de control químico disponibles se restringen significativamente en eficacia, costos y selectividad, llegando en numerosos casos, a ser sumamente riesgosas para el cultivo o incluso inexistentes. Se debe considerar seriamente que la ganancia derivada de una siembra oportuna se puede perder (...y más) si las malezas del barbecho no han sido efectivamente controladas.

3.1.4. El abordaje puntual de los problemas de malezas, con medidas coyunturales y de corto plazo. Las malezas interfieren con los cultivos como comunidades multispecíficas. Cuando a través de las prácticas de manejo se intenta resolver un problema considerando sólo a una o unas pocas especies (en general las más abundantes y notables), en realidad se están generando espacios que permiten el incremento en la abundancia relativa de otras. Esto favorece a aquellas especies afectadas parcialmente o no afectadas por las medidas de control que generalmente están presentes pero no llaman la atención o aún no urgen a quien toma las decisiones de manejo por su baja densidad. En el contexto actual, es muy frecuente conformarse con niveles de control insuficientes como para impedir que se generen nuevas estructuras reproductivas que contribuyan a enriquecer el banco de propágulos. Es por ello, que el abordaje de la problemática debe ser necesariamente integral considerando todas las malezas del sistema (actual

y potencialmente importantes) y la totalidad de las variables involucradas en el manejo, en una escala espacio-temporal que trascienda el lote individual y una única campaña agrícola. Las medidas más eficaces y económicas son las preventivas, es decir, aquéllas que se implementan antes de que las poblaciones, por su magnitud, se tornen demasiado conspicuas y/o francamente problemáticas. Una vez transcurrido este umbral y cuando la presencia de la maleza es realmente notable, las prácticas para el control suelen ser difíciles, costosas y con resultados aleatorios.

3.1.5. El desconocimiento de las características y recomendaciones de uso de los herbicidas como “herramienta” para manejar malezas.

El empleo del glifosato, prácticamente como único herbicida, durante más de 20 años fue el responsable de un notable retroceso cultural en el manejo de las malezas en general y en el uso adecuado y seguro de los herbicidas diferentes al glifosato en particular. Estos herbicidas con frecuencia, son empleados erróneamente y de manera similar al glifosato. Resolver este punto requiere de capacitación para adquirir los conocimientos necesarios o bien “refrescar” los olvidados. También es necesario que los productores vuelvan

a asesorarse con el ingeniero agrónomo que ayude *in situ* a tomar las decisiones más convenientes.

3.1.6. Falta de consideración y aplicación de aspectos básicos de la biología de las malezas tales como:

La dinámica de la emergencia y el ciclo de la maleza, que permite optimizar la oportunidad de los tratamientos químicos a fin de maximizar el impacto de los mismos.

La existencia de propágulos como las semillas y yemas que posibilitan a las poblaciones perpetuarse en un sitio y dispersarse. En este sentido existen vías naturales de dispersión tales como el viento, el agua, la fauna silvestre, la gravedad, etc. No obstante, el hombre hoy es el agente (vector) de dispersión más importante por la velocidad que aporta al proceso a través de la movilidad de la maquinaria, el transporte en general, las semillas de los cultivos, la cosecha, el ganado, el forraje, etc.

3-2) El mal uso o el abuso de los herbicidas dan lugar a prohibiciones o limitaciones a diferentes escalas espaciales y temporales. Comúnmente existe una tendencia por parte de los usuarios de las tecnologías a subestimar el riesgo implícito en el uso de los fitosanitarios en general y de los herbicidas en

particular, pero por otra parte, el resto de la población tiende a sobreestimar tal riesgo. Esto genera desconfianza y conflictos que pueden ser la fuente de prohibiciones o limitaciones arbitrarias que, en definitiva, reducen la diversidad de principios activos efectivamente utilizables.

¿CÓMO PODEMOS SOLUCIONAR HOY EL PROBLEMA DE LAS MALEZAS?

Con criterio simplista y una visión lineal de la problemática hasta aquí expuesta, una respuesta a esta pregunta podría ser **“que la ciencia, la tecnología y la industria provean ya mismo un nuevo herbicida con todas las características sobresalientes del viejo glifosato (.....y si es posible más!!!) pero sin ninguno de sus problemas actuales”**. No obstante, la realidad nos dice que, al menos en el mediano-largo plazo, esto no sería factible. Aún siendo hipotéticamente posible contar en un lapso breve con un herbicida realmente nuevo, a la luz de lo acontecido con el glifosato, es muy probable que ese principio activo sufra su mismo destino si se insiste con la ejecución de un sistema productivo poco diverso y de extremadamente corto plazo. Otra respuesta probable sería **“reemplazar al glifosato por otros herbicidas actualmente disponibles”**, pero entre los principios activos hoy en cartera, no hay ningún reemplazo directo o aplicable con exactamente el mismo criterio que el glifosato. El intento de utilizarlos en ese sentido, invariablemente termina en más problemas como por ejemplo la resistencia a herbicidas hormonales o a graminicidas selectivos (fop o dim).

Teniendo en cuenta el estado del conocimiento y pretendiendo aportar a la sustentabilidad desde la ciencia de las malezas, el **Manejo Integrado de Malezas (MIM)** es la opción a considerar como solución. El MIM consiste en la combinación armónica

de diferentes métodos tales como los culturales, químicos, mecánicos y eventualmente biológicos (estos últimos a aún no suficientemente desarrollados a nivel de cultivos extensivos), aplicados sobre la base del conocimiento de la biología de las malezas. También participan fuertemente en el MIM los métodos preventivos, con un significativo componente de proactividad que los diferencia de los métodos curativos los que son eminentemente reactivos.

Métodos culturales: incluyen la rotación de cultivos (Figura 3), la implementación de cultivos de cobertura (Figura 4) y arreglos espaciales competitivos. Por ejemplo cultivos y variedades competitivas sembradas oportunamente, a las densidades adecuadas y cuando sea factible reducir el espaciamiento entre surcos (Figuras 5 y 6), mantener el suelo cubierto con cultivos el mayor tiempo posible limitando la duración de los barbechos.

Métodos químicos: consisten necesariamente en el empleo de herbicidas pero, en el caso del MIM, con extrema racionalidad tanto en la elección de los mecanismos de acción como en la dosificación y oportunidad de aplicación empleando la tecnología adecuada. La rotación de herbicidas con distintos mecanismos de acción y su combinación inteligente, incrementa la diversidad dentro del programa de control de malezas, retrasando la evolución de biotipos resistentes. Se debe evitar la reiteración, de tratamientos herbicidas con un mismo mecanismo de acción; esto es especialmente importante cuando se emplean herbicidas con acción residual.

Métodos mecánicos: incluyen a las labranzas pero también a los cortes mecánicos y el desmalezado manual. Las labranzas, realizadas oportuna y estratégicamente, permiten resolver coyunturas graves de malezas. Los cortes y el deshierbe manual



El mal uso o el abuso de los herbicidas dan lugar a prohibiciones o limitaciones a diferentes escalas espaciales y temporales.

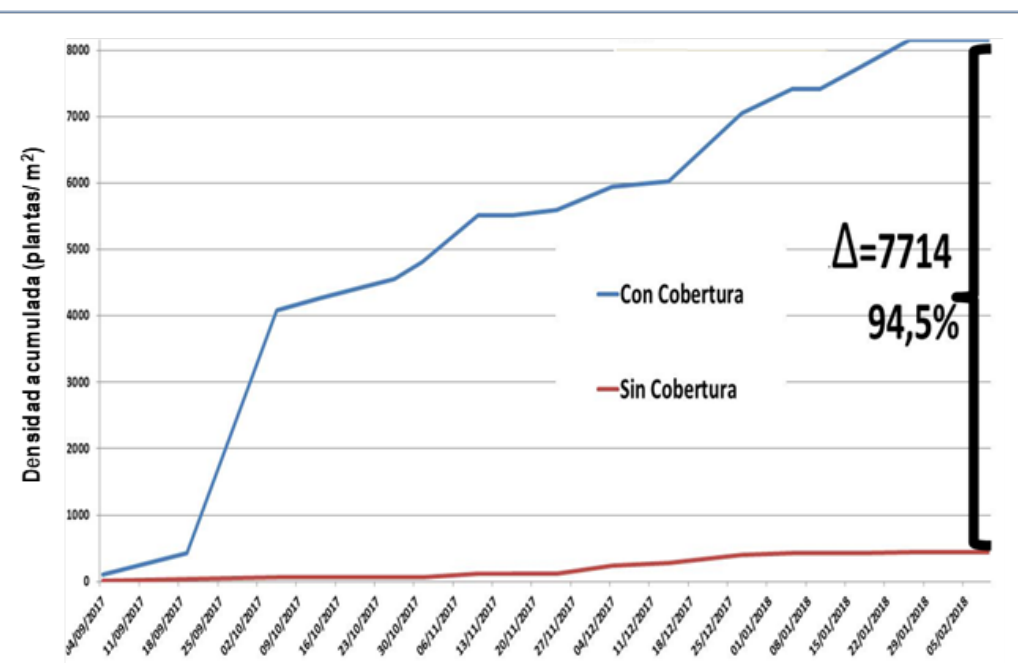


Figura 4. Efecto de la cobertura sobre la emergencia acumulada de *Amaranthus hybridus* en EEA INTA Oliveros (García y Papa, 2018). El cultivo de cobertura de avena con centeno y vicia logró reducir en un 94,5% la emergencia de *Amaranthus hybridus*.

contribuyen a reducir el enriquecimiento del banco de semillas, es importante retirar del lote los productos de esa práctica.

Métodos preventivos: es prioritario preservar aquéllos lotes donde aún no se detectó la maleza problema o bien su presencia es incipiente. En este último caso, los individuos detectados deben tratar de eliminarse antes de que tengan oportunidad de reproducirse. Para esto, el monitoreo de los lotes realizado de manera correcta y frecuente es clave.

El monitoreo permite conocer con precisión la realidad del problema de malezas en los lotes, las especies presentes, la situación histórica y la distribución de las malezas para así tomar las decisiones de manejo más convenientes, que no son uniformes para todas las situaciones ni surgen de un protocolo común. También es importante conocer los problemas que trascienden el lote propio ya que las malezas que hoy afectan a la región, al país o incluso al mundo, en el

futuro probablemente se constituyan en problemas locales, si les damos la oportunidad.

La prevención también incluye la limpieza de maquinarias y vehículos (con especial énfasis en las cosechadoras), el empleo de semilla limpia de origen conocido (certificada) sembrada sobre el suelo libre de malezas vivas, el desbaste de animales antes del ingreso al lote, el suministro de forraje libre de malezas y también la vigilancia y el manejo de las comunidades de malezas en las áreas no cultivadas vecinas a fin de que no se conviertan en fuentes de malezas para los lotes de producción. En el sentido de lo expuesto precedentemente, los herbicidas aplicados fuera de un programa que responda a un diagnóstico que recomiende su uso, no constituyen prácticas preventivas pudiendo favorecer la evolución de nuevos problemas.

CONCLUSIONES

La implementación efectiva de esta

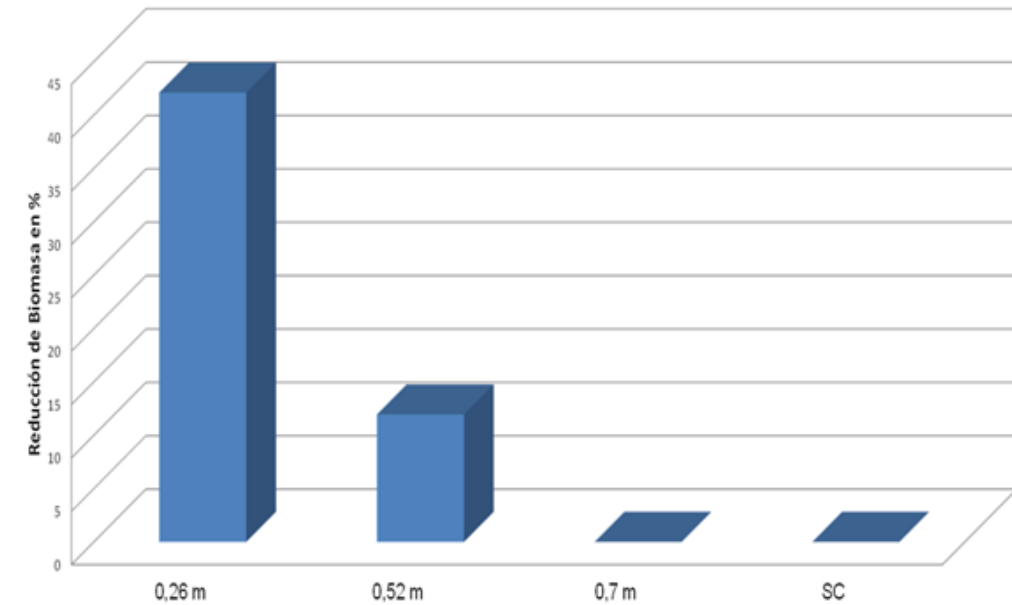


Figura 5. Efecto del espaciamiento entre filas de un cultivo de soja sobre la biomasa de malezas en EEA INTA Oliveros (Papa *et al.* 2010). El arreglo espacial competitivo, por menor espaciamiento (26 cm), fue responsable de una reducción del 40% en la biomasa total de malezas en un cultivo de soja

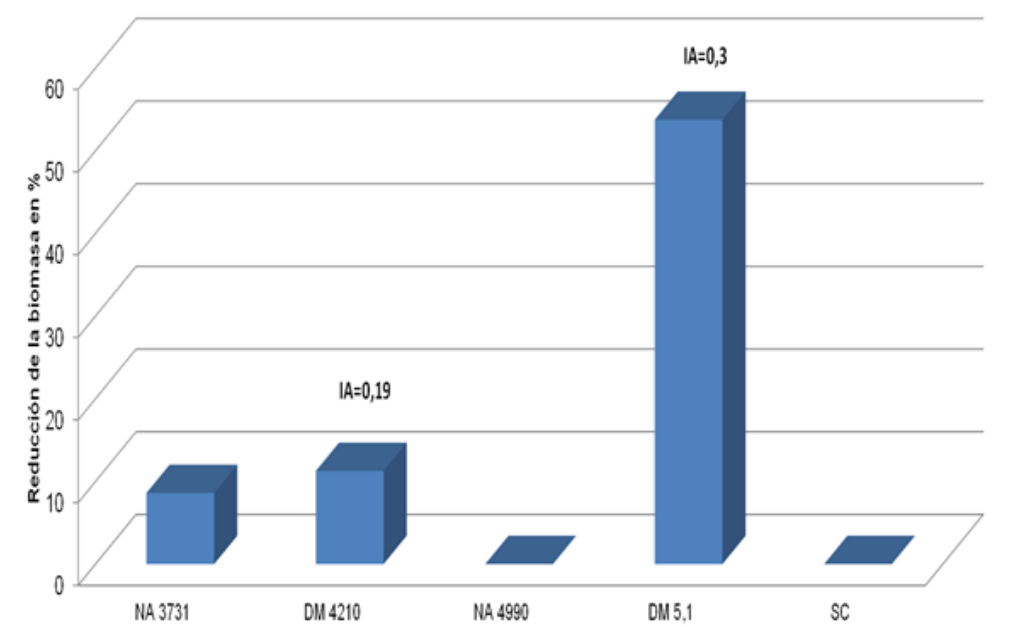


Figura 6. Efecto de la habilidad competitiva de diferentes cultivares de soja sobre la biomasa de malezas en EEA INTA Oliveros (Papa *et al.* 2010). El arreglo espacial competitivo, en este caso por el aporte de la variedad DM5.1, fue responsable de una reducción del 50% en la biomasa total de malezas en un cultivo de soja

propuesta requiere un cambio en el paradigma productivo. Es necesario capacitar a los técnicos asesores y concientizar a los productores a través de un efectivo y continuo plan de

extensión. Es imprescindible el auxilio de las políticas públicas que favorezcan, entre otras medidas, la aplicación de procedimientos compatibles con las Buenas Prácticas Agrícolas y el diseño



de sistemas productivos de largo plazo. Las mismas deben contemplar, en una escala espacial y temporal suficientemente amplia puesto que los motivos expuestos así como la naturaleza del problema y de las soluciones propuestas, determinan que los esfuerzos puntuales o individuales tengan un escaso impacto.

Los problemas de malezas, trascienden lo meramente tecnológico y su presencia es el resultado de variables económicas, culturales y sociales, entre otras. Es importante comprender que, en el contexto actual, a las malezas no las vamos a manejar exitosamente sólo con herbicidas y que se deben demandar **más** soluciones y menos respuestas y sobre todo, no debemos esperar a que ocurra “la catástrofe” para implementar las medidas necesarias.

EL CASO DEL YUYO COLORADO *Amaranthus hybridus* L. Y SU NOTABLE PRESENCIA EN LA REGIÓN SOJERA NÚCLEO DE LA ARGENTINA

El yuyo colorado (*Amaranthus hybridus* L.) es una maleza de ciclo estival, cuyas primeras plántulas emergidas se pueden registrar tan temprano como finales de agosto o comienzos de setiembre. A partir de allí, con condiciones ambientales favorables, la emergencia ocurre de manera continuada durante la primavera y el verano. La presencia de esta maleza fue muy notable en los cultivos estivales, en particular los de



soja, durante las últimas campañas y su elevada abundancia relativa puede atribuirse a una gran diversidad de circunstancias que contribuyen a que se comentan errores de manejo más o menos graves.

Presencia de biotipos resistentes a glifosato, a herbicidas inhibidores de ALS (*i.e.* metsulfurón, clorimurón, diclosulam, imazetapir) y/o, recientemente informado, a 2,4D y dicamba. Probablemente por desconocimiento o falta de asesoramiento idóneo, se insiste en emplear este tipo de herbicidas con escasa a nula actividad sobre la maleza en cuestión. Luego, los intentos de corrección con otros herbicidas son de escasa efectividad, generalmente por aplicarse de forma tardía.

- **Monitoreos insuficientes** resultan en que se toma conciencia del problema tardíamente, una vez que la población alcanzó niveles críticos.
- **Tratamientos inoportunos** sobre plantas en estados fenológicos poco sensibles al tratamiento. Dado que es una maleza con una elevada tasa de crecimiento, aplicaciones luego de cierto tamaño o estado fenológico de la planta pierden eficacia porque pueden rebrotar. A esto hay que sumar errores frecuentes en la dosificación, aplicación y condiciones ambientales con las que son aplicados.
- **Falta del uso complementario de herbicidas residuales y poste-**

mergentes. Si bien el empleo de herbicidas residuales es cada vez mayor, en muchos casos se considera erróneamente que la coyuntura se puede resolver sólo con un tratamiento de postemergencia. Esto frecuentemente resulta insuficiente, en particular para poblaciones con elevada abundancia de individuos, generando pérdidas significativas y además la persistencia del problema. Los herbicidas residuales son de gran utilidad ya que contribuyen a reducir la magnitud del banco de semillas y a crear las condiciones apropiadas para el mejor desempeño de los tratamientos de postemergencia hasta que el cultivo cierre el entresurco y pueda “defenderse por sí mismo”.

- **Problemas logísticos.** Demoras entre que se detecta el problema y se dispone de los insumos y equipos necesarios para realizar las prácticas de manejo. Mientras tanto la maleza crece pudiendo exceder rápidamente el umbral aceptable para control eficaz.
- **Errores en la tecnología de aplicación.** La mayor parte de los herbicidas postemergentes disponibles hoy para el control de los biotipos resistentes, tienen acción de contacto y requieren una tecnología de aplicación específica en cuanto a número de impactos y tamaño de las gotas. Este detalle muchas veces se desconoce o bien los equipos aspersores no cuentan con los accesorios y regulaciones apropiadas.
- **Falta de repasos manual-**

mecánicos. El control químico suele ser insuficiente quedando plantas vivas que producen semillas, las cuales son distribuidas uniformemente por las cosechadoras enriqueciendo el banco que regenerará la población en la próxima campaña. El repaso manual de los lotes es una práctica común en los lotes de soja y algodón en el sur de Estados Unidos pero en la Argentina su implementación es relativamente reciente.

- **Escasas rotaciones.** El predominio de la soja dentro de la secuencia (o el monocultivo) favorece la proliferación de la maleza. Por el contrario la inclusión de maíz y de cereales de invierno favorece su manejo exitoso.
- **Dispersión por la vía antrópica.** El hombre a través de sus actividades agrícolas es el principal vector de esta maleza, en especial a través de las máquinas cosechadoras que no son sometidas a una limpieza que las libere de las semillas.
- **Siembra sobre plantas vivas.** Esta práctica es muy común en lotes ocupados tardíamente y con la aplicación de prácticas de manejo uniformes, rutinarias o protocolizadas.

Desde el ámbito oficial y privado se está haciendo un gran esfuerzo para solucionar este problema en particular. No obstante, es indispensable entender que el yuyo colorado es sólo un “síntoma”, que hoy llama la atención por evidente, pero cuya solución requiere imprescindiblemente del abordaje integral de una realidad que es sumamente compleja. «



Protocolo experimental para identificar posibles poblaciones resistentes de malezas

Scursoni, J.¹; Cortés, E.²; Kalnay, P.²; Kruk, B.¹; Cichero, J.M.³; de la Fuente, E.¹; Lanfrancioni, L.^{4,5}; Vigna, M.⁴; Sabaté, S.⁶; Oreja, F.¹; Díez de Ulzurum, P.⁷; Oliva, J.⁵; Remondino, L.²; de la Vega, M.⁸; Ustarroz, D.⁴; Vila Aiub, M.^{1,9} (Ex aequo)

¹Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. ²Asesor privado. ³Rainbow S.A. ⁴Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. ⁵Universidad Católica de Córdoba. ⁶EETA Obispo Colombres de Tucumán. ⁷Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata. ⁸Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán. ⁹CONICET.

En esta nota se vuelca el “Protocolo experimental para identificar posibles poblaciones de malezas resistentes” que se discutió y acordó en reunión de la Comisión Directiva de ASACIM (CD), realizada el 14 mayo de 2019, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. En la misma participaron miembros de la CD y socios de ASACIM que integran distintas comisiones de trabajo de la asociación.

Contar con un protocolo estandarizado, basado en la experiencia internacional, adaptado a las condiciones locales y acordado entre los referentes del tema en la Argentina, permite realizar diag-

nósticos robustos y comparables entre distintas investigaciones tanto a nivel local como internacional. En este contexto a continuación se detalla el protocolo.

1-Para la evaluación de la resistencia a herbicidas en una población que se sospecha resistente (R), será necesario disponer de una población de la misma especie que R pero de conocida susceptibilidad al herbicida (susceptible, S o Testigo). En tal sentido, podrá obtenerse la muestra S a partir de material comercial de la especie en cuestión (*i.e.* *Lolium* spp) o de material espontáneo que nunca se haya tratado con herbicidas. La muestra R, se obtendrá de un conjunto representativo de individuos presentes en el área en la cual se sospecha de la presencia de individuos resistentes. Las semillas de ambas poblaciones se sembrarán en condiciones controladas y luego las plántulas se trasplantarán a las unidades experimentales definitivas, a los fines de homogeneizar el estado de crecimiento al momento de aplicación de herbicidas. No obstante, si se dispone de suficiente cantidad de semillas, se puede realizar la siembra directa de las semillas y, posteriormente, ralea buscando homogeneizar el estado de crecimiento de las plántulas. Adicionalmente, se podría incluir

Para la evaluación de la resistencia a herbicidas en una población que se sospecha resistente (R), será necesario disponer de una población de la misma especie que R pero de conocida susceptibilidad al herbicida (susceptible, S o Testigo)





Figura 1. Cabina pulverizadora de la Universidad Nacional de Rosario. Gentileza Tuesca, D (2020).

una tercera población con probada resistencia al herbicida en estudio.

2-La evaluación se realizará mediante la aplicación de la dosis recomendada por el fabricante del herbicida y presentada en el marbete del producto para dicha maleza según estado de crecimiento. Asimismo, ambos tratamientos (S y R) se acompañarán de un tratamiento testigo (dosis 0) a los fines de identificar posibles efectos en la mortalidad que no fueran a causa del herbicida. El tamaño de la maleza también será acorde con la recomendación de uso del herbicida para la dosis aplicada. Se propone realizar esta primera evaluación sobre un total de individuos por población no menor a 80 a 100.

3-La aplicación de los herbicidas se



Figura 2. Aplicación en la cabina pulverizadora de IFEVA, Facultad de Agronomía, UBA. Gentileza Morello JP (2020).

realizará de acuerdo con alguno de los siguientes métodos:

- Mediante cabina pulverizadora estática aislada, bajo presión y volumen fijos y predeterminados según las características del producto en cuestión (Figuras 1 y 2).
- Con mochila de presión y volumen constante accionada a CO₂, estandarizando estrictamente la velocidad de avance del operador y las condiciones ambientales para la realización de la aplicación (Figura 3).



Figura 3. Preparación para pulverización con mochila de presión constante. Gentileza Scursoni JA (2019)

4-La evaluación se realizará a los 30 días de aplicado el herbicida, cuantificando la proporción de individuos sobrevivientes (% supervivencia) en cada población y tratamiento. Se considerará S a la población con 0% supervivencia, resistencia en evolución a la población con una supervivencia > 0% y < 20% y R a la que dé como resultado una supervivencia > 20%.

5-Si no se encontraran diferencias entre ambas poblaciones en la supervivencia de plantas, se descartará la hipótesis de R en la población en estudio.

6-Si se encontraran diferencias entre

las poblaciones, se procederá a la obtención de semillas producidas por individuos R sobrevivientes al tratamiento e individuos de la población S testigo no tratada. A partir de las mismas se lograrán las plántulas para llevar a cabo el experimento de dosis respuesta (Burgos *et al.* 2013) que permita identificar las respectivas dosis letales del 50 % de cada población (DL 50) y el correspondiente IR (Índice de Resistencia, DL50R / DL50S). El gradiente de dosis a evaluar será suficientemente amplio como para abarcar dosis menores y mayores a la dosis comercial del herbicida (orientativamente se puede considerar tres sub dosis y tres supra dosis).

Mediante el uso de modelos de regresión no lineal se estimará la DL50 para las poblaciones R y S y el IR. En caso de obtener diferencias significativas entre los parámetros y un IR mayor a 2, se concluirá que la muestra de la población estudiada presenta resistencia adaptativa al herbicida en estudio. «

Bibliografía

BURGOS NR, TRANEL PJ, STREIBIG JC, DAVIS VM, SHANER D, NORSWORTHY JK & RITZ C (2013). Review: Confirmation of Resistance to Herbicides and Evaluation of Resistance Levels Weed Science 61:4-20

En caso de obtener diferencias significativas entre los parámetros y un IR mayor a 2, se concluirá que la muestra de la población estudiada presenta resistencia adaptativa al herbicida en estudio.

Poblaciones de *Lolium sp* resistentes a cletodim en el sur de Buenos Aires

Vigna, M.R.¹; Carretto, L. M.²; Mendoza, J.³
 vigna.mario@gmail.com,² Becario Doctoral CONICET,
 EEA INTA Bordenave, carretto.luis@inta.gob.ar,
³Asesor privado mendozajor@bvconline.com.ar



RESUMEN

En la Argentina la resistencia de *Lolium sp.* a glifosato se ha comprobado desde hace tiempo, como también a otros herbicidas. Relevamientos previos indicarían que también se manifiesta la resistencia a cletodim. El objetivo de este trabajo fue comparar dos poblaciones de *Lolium sp.* (A y B) provenientes de lotes con 25 y 18 años de agricultura continua y putativamente resistentes a cletodim, respecto a una sensible (C) y evaluar su comportamiento frente a glifosato y haloxyfop-R-metil. Se efectuaron dos experimentos simultáneos en macetas, a dosis crecientes de cletodim (48, 96, 192, 288, 576 g p.a. ha⁻¹) y otro con dosis fija de glifosato (1240 g p.a. ha⁻¹) y haloxyfop-R-methyl (97.2 g p.a. ha⁻¹). La aplicación (volumen 250 l ha⁻¹) se efectuó el 16 de septiembre de 2019 sobre plantas en macollaje. El índice de Resistencia de población A y B respecto a la C fue de 81.3 y 109.6 veces, respectivamente. La población C mostró sensibilidad normal a glifosato y haloxyfop, pero A solo respondió a glifosato, mientras que haloxyfop-R-metil no tuvo efecto sobre A y B.

Palabras clave: resistencia, glifosato, haloxyfop.

SUMMARY

The *Lolium sp.* resistance to glyphosate has long been proven in Argentina, as well as for other herbicides. Previous surveys would indicate that resistance to cletodim is also manifested. In order to get an overview of this herbicidal resistance status we compared two populations of *Lolium* (A and B) from commercial lots with 25 and 18 years of continuous agriculture and putatively resistant to cletodim, versus a sensitive one (C) and evaluate their behavior against glyphosate and haloxyfop-methyl. Two simultaneous experiments were carried out in pots: to evaluate the response to increasing doses of cletodim (48, 96, 192, 288, 576 g a.i..ha⁻¹) and

other with a fixed dose of glyphosate (1240 g pa ha⁻¹) and haloxyfop-R-methyl (97.2 g a.i..ha⁻¹). The application (volume 250 l.ha⁻¹) was carried out on 9/16/19 on plants in tillering. The Resistance Index of population A and B versus C was 81.3 and 109.6 times, respectively. Population C showed normal sensitivity to glyphosate and haloxyfop, but only A responded to glyphosate, while haloxyfop-R-methyl had no effect on A and B.

Keywords: resistance, glyphosate, haloxyfop-R-methyl

INTRODUCCIÓN

El raygras (*Lolium sp.*) ha sido una maleza tradicional en los cultivos de trigo del sur del área triguera Argentina (Catullo *et al.* 1982), principalmente en los partidos de Cnel. Dorrego y Tres Arroyos (Pcia. Buenos Aires). Sin embargo, hasta los 90 fue considerada de importancia menor, sobre todo respecto a otra maleza poácea, *Avena fatua*. Con la expansión del sistema de siembra directa se intensificó la dependencia de los herbicidas desde la etapa de barbecho y, paulatinamente, comenzó a crecer la problemática de *Lolium sp.*, primero como maleza en barbecho y luego durante el cultivo en trigo y cebada.

Se habla de *Lolium sp* para referirse en general a las poblaciones arvenses de la Argentina, ya que cuando se inició el problema de la resistencia surgieron inconvenientes para definir la especie cuando comenzó a identificarse individuos en las mismas poblaciones con características similares a *Lolium multiflorum*, *L. perenne* y también individuos con características de ambas especies. En la página www.weedscience.org se considera como *Lolium perenne* L. ssp. *multiflorum* (Lam.) Husnot. (USDA, 2017).

En el sur de la provincia de Buenos Aires la resistencia de *Lolium sp.* a glifosato ha sido confirmada (Vigna *et al.* 2008 y Yannicari *et al.* 2009),

Cuadro 1. Análisis estadístico de dosis respuesta a cletodim a los 20 y 30 días desde la aplicación

Variable	P	
	20 DDA	30DDA
Población	<0,0001	<0,0001
Dosis cletodim	0,0002	<0,0001
Población x dosis cletodim	0,1472	0,0180

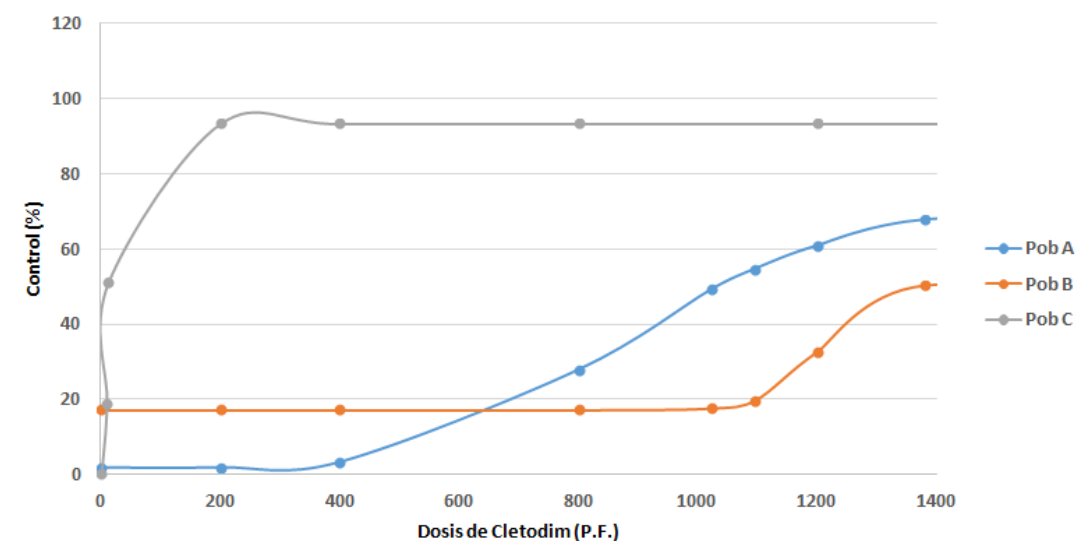
luego a ACCasa (Vigna *et al.* 2011) y la resistencia múltiple a glifosato +ACCasa y glifosato +ALS en el SE (Diez Ulzurum y Leaden 2011, alcanzando también la zona núcleo sojera (Papa *et al.* 2012). En el caso de cletodim, si bien se asume que la resistencia existe en poblaciones del SO de Buenos Aires debido a relevamientos de lotes efectuados previamente (Vigna *et al.* 2017), no se han hecho pruebas con poblaciones específicas. En general, desde el comienzo de la problemática de resistencia, se apeló al control en barbecho con las mezclas de glifosato + haloxifop y sobre todo a glifosato + cletodim, considerando a ésta como la más efectiva en lotes comerciales. Existen antecedentes sobre la complejidad de expresión de la resistencia a cletodim en condiciones de campo, que podrían estar relacionada con la existencia de

mutaciones específicas en la enzima ACCasa, como resistencia metabólica y penalidades biológicas ("fitness") (Yu *et al.* 2007, Saini *et al.* 2016, Vila Aiub *et al.* 2015). Por ello pareció importante tomar poblaciones de lotes identificados con el problema y compararlas con poblaciones sensibles para conocer más sobre la problemática y disponer de información precisa.

El objetivo fue comparar la respuesta de 2 poblaciones de *Lolium spp.* putativamente resistentes a cletodim respecto a una sensible a este herbicida y paralelamente conocer su respuesta a glifosato y haloxifop-metil.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron las poblaciones 02-18 (A) y 07-18 (B) provenientes de lotes de 25 y 18 años de agricultura continua, respectivamente, y la 998-

**Figura 1.** Curvas de respuesta de 3 poblaciones de *Lolium sp* a dosis crecientes de cletodim (P.F: 24%).

13(C) considerada sensible, colectada en el Partido de Cnel. Dorrego y sur del Partido de Cnel. Pringles. El experimento se efectuó en la EEA INTA Bordenave durante el año 2019.

Las semillas se colocaron en cámara de germinación y las plántulas en macetas de 3 litros y puestas afuera en un lugar protegido. El suelo fue de un lote agrícola típico de la región con baja infestación de semillas de malezas y se regó convenientemente para asegurar el desarrollo de las plantas.

Se efectuaron dos experimentos simultáneos: uno destinado a ver la sensibilidad relativa a dosis creciente de cletodim (experimento dosis-respuesta) 0, 200, 400, 800, 1600 y 2400 ml de producto formulado (p.f.) ha⁻¹ (Select 24% EC) y otro destinado a evaluar la respuesta a una dosis fija de glifosato (2000 ml ha⁻¹ de Sulfosato Touchdown -62% SL) y haloxifop (180 cc ha⁻¹ Galant HL 54%EC). Los ensayos tuvieron un diseño completamente aleatorizado con 4 repeticiones. La aplicación de los tratamientos se efectuó el 16/9/19 por la mañana (9 hs, 8,7°C) en día soleado y sin viento. La aplicación se realizó mediante un equipo experimental de presión contante (volumen 250 l ha⁻¹) con una barra de 3 picos (1102) y una presión de 40lbs. psi⁻¹. Se realizó evaluación de % de control mediante una escala

porcentual (0: sin efecto del herbicida, 100: muerte de la planta) a los 21 y 30 días desde la aplicación. Con los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza y para la comparación de medias se utilizó el test LSD ($P \leq 0.05$) (software paquete estadístico Infostat) y para el modelo dosis-respuesta se utilizó un ajuste no-lineal a un conjunto de datos usando Solver de Excel (Optimización y Estadística (SOE SC) (Macario Hernández Garza, 2008).

RESULTADOS

El control de las diferentes dosis de cletodim mostró diferencias significativas entre sí y una interacción entre poblaciones y dosis a los 30 días de la aplicación (Cuadro 1) El posterior ajuste del modelo dosis-respuesta (Figura 1) mostró una clara diferencia de respuesta de la población A y B respecto a C, mostrando un Índice de Resistencia (A o B respecto a C) muy alto (Cuadro 2).

La respuesta a glifosato y haloxifop-metil a los 20 y 30 días de aplicación por parte de las tres poblaciones fue diferente. El análisis estadístico mostró diferencia entre poblaciones, herbicidas e interacción entre ambos (Cuadro 3). La población C fue altamente sensible a ambos herbicidas, mientras la A solo fue sensible a Glifosato pero ni A ni B fueron sensibles a haloxifop.



Cuadro 2. Índices de resistencia de las poblaciones A y B, respecto a C, a partir de las DL50 calculadas por el modelo de dosis - respuesta utilizado.

Población	LD50	IR
A	1023.3	81.3
B	1380.4	109.6
C	12.6	

DISCUSIÓN

Los primeros trabajos australianos referidos a la resistencia de *Lolium* y la actividad de cletodim indicaban que la manifestación de la resistencia al mismo permanecía baja aunque crecía en otros inhibidores de la ACCasa (Llewellyn & Powles 2001). Sin embargo posteriormente se comenzó a registrar un incremento sostenido de la misma en lotes comerciales (Preston *et al.* 2015). En nuestra historia de la resistencia de *Lolium* en la Argentina, también fue considerado como la “bala de plata” (Vigna *et al.* 2013). Yu *et al.* (2007) observaron que había doce combinaciones de alelos mutantes en relación con la resistencia de cletodim en *Lolium* y que algunos de ellos expresaban resistencia cruzada a otros inhibidores de la ACCasa como clodinafop, diclofop, fluazifop, haloxyfop, butroxydim, sethoxydim, tralkoxydim, and pinoxaden. Luego de

realizar diferentes cruzamientos entre poblaciones resistentes y susceptibles (Saini *et al.* 2017) se observó que el nivel de dominancia en la F1 fue variable desde parcial a completa según las poblaciones, ajustando a diferentes modelos de herencia, indicando que existen diferentes patrones de resistencia para cletodim en *Lolium rigidum*. La expresión de la resistencia a cletodim también estaría influenciada por condiciones ambientales en el momento de la aplicación o por subdosis (Delye *et al.* 2008). Saini *et al.* (2016) mostraron que en *Lolium*, las heladas días previos a la aplicación de cletodim fueron más importantes en exacerbar la resistencia que heladas posteriores a la misma, pero el comportamiento del herbicida no fue afectado en plantas susceptibles. Por otra lado, Vila Aiub *et al.* (2015) mostraron que la importancia del impacto diferencial que tiene el sitio de la mutación (Ile-1781-Leu o

Cuadro 3. Análisis estadístico de la respuesta a glifosato y haloxyfop a los 20 y 30 días desde la aplicación

Variable	p-valor	
	20 DDA	30DDA
Población	<0,0001	<0,0001
Herbicida	<0,0001	0,0001
Población x Herbicida	0,0005	0,0024

Los primeros trabajos australianos referidos a la resistencia de *Lolium* y la actividad de cletodim indicaban que la manifestación de la resistencia al mismo permanecía baja aunque crecía en otros inhibidores de la ACCasa (Llewellyn & Powles 2001)



Asp-2078-Gly) sobre la penalidad de individuos resistentes a cletodim en el desarrollo del individuo, lo que podría ponerlo en inferioridad de condiciones para competir y así condicionar su persistencia en la población. En poblaciones de *L. perenne* var. *multiflorum* resistentes a cletodim de Mississippi y Carolina del Norte, Nandula *et al.* (2020) también observaron diferencias, ya sea en el nivel (10, 4 o 40 veces) o en la resistencia cruzada a otros ACCasa. Estas diferencias estuvieron asociadas al número y tipo de mutación de la enzima y no vieron

efecto de inhibidores metabólicos como el butóxido de piperonilo.

El presente ensayo mostró que las dos poblaciones resistentes a cletodim también mostraron baja sensibilidad a haloxyfop, sin embargo los antecedentes no permiten afirmar que todas las poblaciones resistentes a cletodim del SO de Buenos Aires tengan el mismo comportamiento.

La respuesta de las poblaciones A y B, resistentes a cletodim fue diferente, mostrando la posibilidad de resistencia múltiple a cletodim y glifosato en A. La

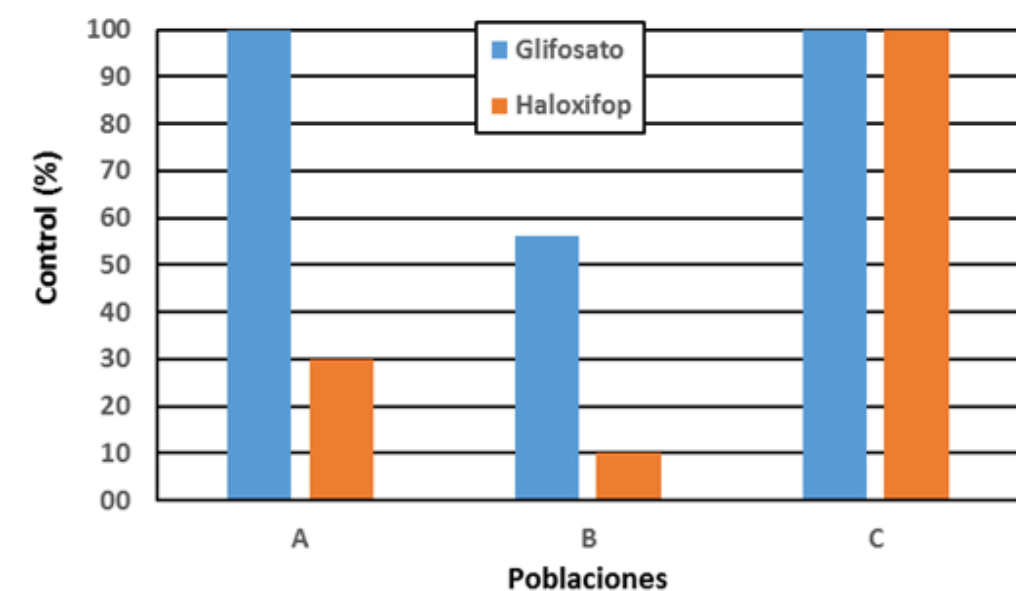


Figura 2. Sensibilidad de tres poblaciones de *Lolium* sp a glifosato y haloxyfop-metil.



resistencia múltiple en *Lolium rigidum* ya fue descrita en Australia entre otros casos, donde Yu *et al.* (2007) observaron resistencia múltiple a glifosato, inhibidores de la ACCasa y paraquat. La misma estaba sustentada por la ocurrencia de cuatro mecanismos de resistencia indicando la ocurrencia simultánea de dos mecanismos de resistencia a EPSPS. Tehranchian *et al.* (2019) trabajaron en dos poblaciones con resistencia múltiple a glifosato, setoxidim y paraquat de *Lolium perenne* L. spp. *multiflorum* en California. Esas dos poblaciones también fueron resistentes a otros inhibidores de la ACCasa como fluazifop, fenoxaprop, cyhalofop, pero solamente una resistente a cletodim. Adicionalmente, esas poblaciones también manifestaron resistencia a los inhibidores de ALS imazamox y mesosulfuron- metil.

López *et al.* (2008) y Lindón *et al.* (2009) mostraron que la mezcla de glifosato y cletodim mejoró sustancialmente el control de poblaciones de *Lolium* con baja sensibilidad a glifosato provocando un efecto sinérgico sobre el control final de estas poblaciones. Hasta el presente son numerosos los ensayos que demuestran este efecto en condiciones de campo.

CONCLUSIONES

Las poblaciones de *Lolium* A y B provenientes de dos lotes con larga historia de agricultura de diferentes sitios del SO de Buenos Aires mostraron un alto Índice de resistencia a cletodim. Esta característica pareció estar asociada también con la muy baja sensibilidad a haloxifop-metil. La población A mostró sensibilidad normal a glifosato mientras que en la B fue menor. «

Esta característica pareció estar asociada también con la muy baja sensibilidad a haloxifop-metil. La población A mostró sensibilidad normal a glifosato mientras que en la B fue menor.

Bibliografía

- DÉLYE C, MATÉJICEK A & MICHEL S (2008). Cross-resistance patterns to ACCase-inhibiting herbicides conferred by mutant ACCase isoforms in *Alopecurus myosuroides* Huds. (black-grass), re-examined at the recommended herbicide field rate. *Pest Management Science* 64: 1179–1186.
- DIEZ DE ULZURRUN P & LEADEN MI (2012). Análisis de la sensibilidad de biotipos de *Lolium multiflorum* a herbicidas inhibidores de la enzima ALS, ACCasa y glifosato. *Planta Daninha* 30(3):667-673.
- LINDON MB, IRIGOYEN, JH, SABBATINI MR & CRAGNAZ A (2009). Efecto sinérgico de la mezcla entre glifosato y cletodim para el control de un biotipo de *Lolium multiflorum* resistente a glifosato. XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, 1 y 2 de octubre 2009: M07, 5 pp(CD)
- LLEWELLYN RS & POWLES SB (2001). High levels of herbicide resistance in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in the wheat belt of Western Australia. *Weed Technology* 15: 242–248.
- LOPEZ RL, VIGNA MR & GIGON R (2008). Evaluación de herbicidas para el control de *Lolium multiflorum* Lam. en barbecho para cereales de invierno. In: Congreso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas (26); Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (18., 2008, Ouro Preto, MG, BR). Atas.Ouro Preto, SBPCPD.
- HERNÁNDEZ GARZA M (2008). Sistemas de Optimización y Estadística, S. C. Available at: <https://optyestadistica.wordpress.com/2008/05/29/ajuste-no-lineal-a-un-conjunto-de-datos-usando-solver-de-excel/comment-page-1/>. (Fecha acceso: febrero 2020)
- NANDULA V, GIACOMINI DA, LAWRENCE BH, MOLIN WT & BOND J (2020). Resistance to clethodim in Italian ryegrass (*Lolium perenne* ssp. *multiflorum*) from Mississippi and North Carolina. *Pest Management Science*, 76(4):1378-1385.
- PAPA JC, TUESCA D, PONS JC & PICAPIETRA G (2012). Confirmación de la resistencia a glifosato en un biotipo de raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.) del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. In: CD Actas XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas 227: 9.
- PRESTON C, BOUTSALIS P, KLEEMANN S, SAINI R & GILL G (2015) Herbicides for control of clethodim-resistant annual ryegrass. In: GRDC, Grains Research Update.s 2015. (edAdelaide, SA)–(11th February,WaggaWagga, NSW - 17th February Corowa, NSW).
- SAINI RK, MALONE J, PRESTON C & GIL GS (2016) Frost reduces clethodim efficacy in clethodim-resistant rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) populations. *Weed-Science*.64(2): 207-215.

SAINI, RK, MALONE J, GIL G & PRESTON C (2017) .Inheritance of evolved clethodim resistance in Australian *Lolium rigidum* populations .*Pest Mangement Science* 73 (8): 1604-1610.

TEHRANCHIAN P, NANDULA VK, MATZRAFI M & JASIENIUK M (2019) Multiple herbicide resistance in California Italian ryegrass (*Lolium perenne* ssp. *multiflorum*): characterization of ALS-inhibiting herbicide resistance. *Weed Science* 67: 273–280.

USDA (2017) Plan Data Base. *Lolium perenne* L. spp. *multiflorum* (Lam.) Husnot Italian ryegrass Home / Profile Page / Data Source and Documentation for *Lolium perenne* L. spp. *multiflorum* (Lam.) Husnot . <https://plants.usda.gov/java/reference?symbol=LOPEM2>

VIGNA MR, LÓPEZ RL & GIGÓN R (2011). Resistencia de *Lolium multiflorum* L. a Diclofop-metil en el SO de Buenos Aires, Argentina. In: XX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), 9 pp. Actas del Congreso en CD Viña del Mar – Chile.

VIGNA MR, GIGON R, YANNICARI M, ISTILART C & PIZARRO MJ (2017). Evaluación preliminar del estado de la resistencia de *Lolium* sp. y *Avena fatua* L. en el SO de Buenos Aires, Argentina. In: XXXIII Congreso Latinoamericano de Malezas, III Congreso Iberoamericano de Malezas (26-30 junio de 2017)(La Habana, Cuba) 4 pp.

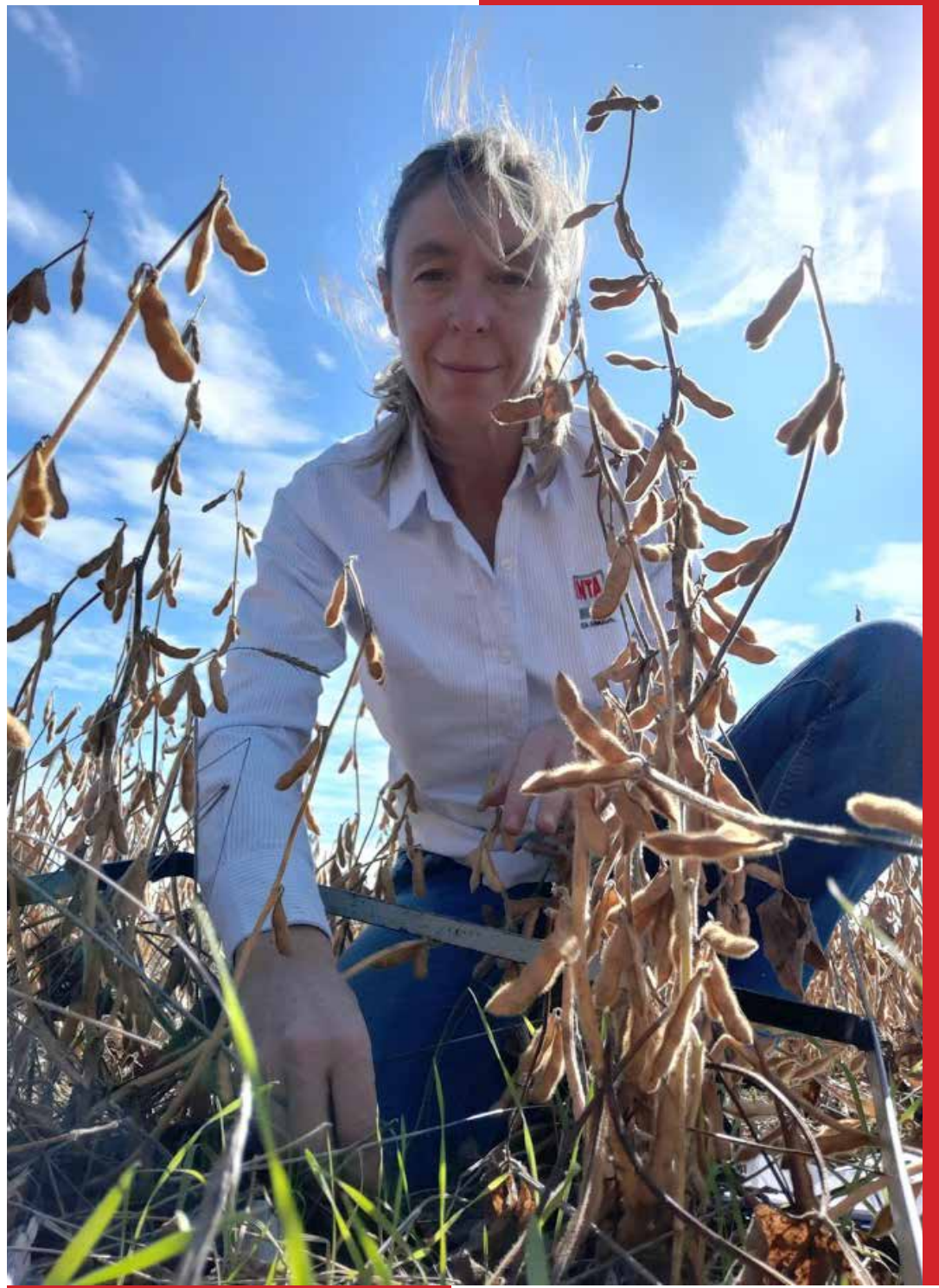
VIGNA MR, LÓPEZ RL, GIGON R & MENDOZA J (2008). Estudios de curvas dosis-respuesta de poblaciones de *Lolium multiflorum* a glifosato en el SO de Buenos Aires, Argentina. In: XXVI Congreso Brasileiro de Plantas Daninhas, XVIII Congreso de ALAM, (mayo 2008). (Ouro Preto, BRASIL). Editora: SBPCPD.

VIGNA M, LÓPEZ R & GIGON R (2013) Situación de la problemática y propuesta de manejo para *Lolium* y *Avena fatua* resistentes a herbicidas en el Sur de Buenos Aires. In: Viabilidad del Glifosato en Sistemas Productivos Sustentables. (INIA, Uruguay) Serie Técnica N° 204: 75-82.

VILA-AIUB MM, YU Q, HAN H & POWLES SP (2015). Effect of herbicide resistance endowing Ile-1781-Leu and Asp-2078-Gly ACCase gene mutations on ACCase kinetics and growth traits in *Lolium rigidum*. *Journal of Experimental Botany* 66(15): 4711-4718.

YANNICARI, M, ISTILART, C & GIMENEZ, D (2009). Evaluación de la resistencia a glifosato de una población de *Lolium perenne* L. del sur de la provincia de Buenos Aires. XII Congreso de SEMh. XIX Congreso de ALAM, II Congreso Iberoam. Cs. Maleza. Lisboa Actas Tomo 2:521-524.

YU Q, CAIRNS A & POWLES S (2007). Glyphosate, paraquat and ACCase multiple herbicide resistance evolved in a *Lolium rigidum* biotype. *Planta*.225:499-513.



“El productor reconoce a las malezas como un componente problemático de su sistema.”

Jorgelina C. Montoya

Ingeniera Agrónoma, UNLPAM
INTA, Estación Experimental
Agropecuaria Anguil

¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentan la investigación y la extensión en la Argentina en relación a las malezas?

Los recursos naturales son de vital importancia para la supervivencia y el desarrollo de los seres humanos. Minimizar los impactos que las actividades agropecuarias tienen sobre el medio ambiente es la base de cualquier gestión sostenible. Se estima que para el 2050 la población mundial alcanzará 9.700 millones de habitantes (ONU) y que la agricultura tendrá que producir 50% más de lo que producía en 2012 (FAO). También, se estima que se pierden o desperdician anualmente un tercio de la producción mundial de alimentos (FAO 2016).

La presión que ejerce la agricultura sobre los ecosistemas naturales en un mundo en crecimiento con demanda de alimentos cada vez es mayor y, a veces, entra en conflicto con la sustentabilidad de los ecosistemas, los servicios ecosistémicos y/o con la inocuidad alimentaria. Los cambios tecnológicos durante los últimos años ejercieron una significativa presión sobre el comportamiento y la dinámica de las malezas y, por ello, siguen y seguirán siendo un problema a nivel productivo. La búsqueda de estrategias tecnológicas para minimizar el impacto de las malezas sobre las producciones presenta un claro desafío. Esto de la mano de la conservación del recurso suelo, garantizando el cuidado del medio ambiente y la inocuidad alimentaria.

La especialización en la investigación permite profundizar en los temas, explicar los procesos. A partir de allí, tiene que existir una instancia de investigación aplicada, integrar el manejo de las malezas con una mirada multidisciplinaria en el campo. El abordaje tiene que estar anclado desde la interacción propia que se da en la naturaleza cultivo-malezas; y

los cultivos en un sistema de rotaciones.

¿Cuáles son los problemas más relevantes que enfrenta el productor argentino en relación a las malezas?

El productor agropecuario maneja una empresa agropecuaria, con todas las complejidades internas y externas que representa una empresa; y sumado a ello la particularidad de la complejidad del agro, el factor clima. El productor reconoce a las malezas como un componente problemático de su sistema. Sin embargo, la mayoría de las empresas centran sus estrategias de manejo estrictamente en las malezas. Este concepto puede ser exitoso un tiempo, pero no es sustentable. Una mayor profesionalización del manejo del sistema de producción contribuiría a un manejo más sustentable.

¿De qué manera contribuyen las instituciones argentinas en la resolución de estos problemas?

Como investigadora del INTA teniendo en cuenta las características del contexto y los desafíos que las próximas décadas del siglo XXI la Misión Institucional enuncia: “Impulsar la innovación y contribuir al desarrollo sostenible de un sector agropecuario, agroalimentario y agroindustrial argentino competitivo, inclusivo, equitativo y cuidadoso del ambiente, a través de la investigación, la extensión, el desarrollo de tecnologías, el aporte a la formulación de políticas públicas y la articulación y cooperación nacional e internacional.”

La presencia de diferentes instituciones en el país, y en particular en el caso del INTA con sus estaciones experimentales, institutos y agencias, permite la regionalización de las demandas, de los problemas y las necesidades; así permite un abordaje local con las particularidades de cada territorio. Trabajan en la búsqueda de soluciones para los problemas de malezas emergentes, y analizan los impactos del uso de las diferentes tecnologías desde el punto de vista productivo, económico y ambiental.

“El manejo de malezas mediante la remoción del suelo al estilo convencional conspira contra la conservación del suelo.”

Por otra parte, la investigación y la extensión pueden desarrollarse desde ámbitos públicos o privados. Generalmente son diferentes los objetivos y productos obtenidos según los ámbitos de investigación. Sin embargo, los aportes y abordajes conjuntos a partir de la vinculación tecnológica, convenios de colaboración y otros tipos de relacionamiento permiten obtener resultados más sólidos desde el punto de vista productivo y ambiental.

¿Estamos preparados para lo que la sociedad demanda?

El éxito de la resolución de problemas complejos aplicados requerirá de la colaboración y participación interactiva de un mayor número de disciplinas. Además, es necesario una relación más estrecha con los diferentes actores para aumentar el alcance de la difusión y comunicación. Esto requiere, una mayor participación de las comunidades agropecuarias, los desarrolladores de innovaciones y tecno-

logías agrícolas y programas de capacitación y educativos.

¿Qué rol tiene ASACIM es ese contexto?

ASACIM tiene un indiscutido e insustituible rol nucleador. ASACIM nos acerca, nos reúne. Brinda el espacio de integración entre los organismos e instituciones públicas de investigación con las empresas privadas con el objeto de compartir nuestros avances en investigación y construir una mirada conjunta del manejo de las malezas en un contexto de integración del agroecosistema.

¿Qué importancia relativa tienen las prácticas químicas y no químicas en el manejo de malezas en la Argentina?

Actualmente el manejo de maleza en el área agrícola del país se realiza casi en su totalidad mediante el uso de herbici-



das. El sistema de siembra sin remoción del suelo y la escasa rotación de cultivos promovió el uso de herbicidas causando la aparición de malezas resistentes a diferentes modos de acción, manifestaciones de efectos de “carryover”, acumulación de herbicidas en el suelo y fugas de herbicidas del agroecosistema. El manejo de malezas mediante la remoción del suelo al estilo convencional conspira contra la conservación del suelo. Dada la actual situación, nuevamente se insta a la integración y al trabajo multidisciplinario en pos de un manejo sustentable del sistema en su conjunto. Sistemas de aplicación de herbicidas mediante tecnologías de precisión ofrecen una instancia intermedia respecto a la reducción en el uso de herbicidas. Nuevas o renovadas herramientas tecnológicas surgen como prácticas no químicas para el manejo de las malezas. Los cultivos de cobertura cobran relevancia como herramienta de supresión del establecimiento de male-

zas. Implementos agrícolas, por ejemplo, los rolos surgen como una opción para la interrupción no química de los cultivos de cobertura. Se han desarrollado implementos con sistemas corte subsuperficial de raíces con mínimo movimiento del suelo; control de malezas mediante electricidad. Se vislumbra un cambio actitudinal por parte de los productores y profesionales del agro en cuanto a la elección de las estrategias de manejo de las malezas. Vuelven cobrar relevancia las rotaciones de cultivos, elección de fechas de siembra, distanciamiento entre hileras, habilidad competitiva de los cultivares.

Las malezas son parte de un sistema complejo en continua interacción y evolución. Las malezas son parte de la naturaleza y la naturaleza es sabia. Cada vez tendremos que ser ingenieros, ingeniosos y creativos para lograr satisfacer la demanda en calidad y cantidad de alimentos, fibras y energía. «

“ASACIM tiene un indiscutido e insustituible rol nucleador. ASACIM nos acerca, nos reúne.”

Supervivencia, crecimiento y fecundidad de distintas poblaciones de *Avena fatua* L. tratadas con inhibidores de ALS

Abbati, P.; Scursoni, J.A.
Cátedra de Producción Vegetal, Facultad de
Agronomía, Universidad de Buenos Aires
scursoni@agro.uba.ar

RESUMEN

La especie *Avena fatua* L. (avena negra) es una maleza muy frecuente en lotes de producción de trigo y cebada del sur de Buenos Aires. Su control se realiza principalmente mediante aplicación de herbicidas, ya sea estrictamente graminicidas (Fops, Dims, Dens) o inhibidores de ALS, que son eficaces para el control de poáceas y de latifoliadas. En un experimento a campo se estudió la respuesta de diferentes poblaciones de avena negra a la aplicación de dos herbicidas inhibidores de ALS (imazamox y pyroxsulam). Además, se evaluó la incidencia de la historia agrícola de las poblaciones en la respuesta a los herbicidas. El experimento se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía (UBA), considerando cuatro poblaciones de avena negra del sur de Buenos Aires, una de ellas procedente de un lote sin historia agrícola. Se evaluaron los herbicidas imazamox y pyroxsulam en 5 dosis (0x, 0,25x, 0,5x, 1x, 2x), siendo x la dosis recomendada en marbete. Las variables estudiadas fueron supervivencia, biomasa individual y fecundidad. Los resultados obtenidos indicaron mayor efecto de herbicida con el incremento de la dosis y mayor eficacia de imazamox que con pyroxsulam. Además, se registró mayor sensibilidad a los herbicidas en la población sin historia agrícola.

La relación biomasa fecundidad en el conjunto de los tratamientos fue 34 semillas/ g. Sin embargo, fue menor en la población sin historia agrícola y no se registraron diferencias entre herbicidas. De acuerdo con los resultados, el crecimiento poblacional será mayor con aplicación de pyroxsulam, debido a la mayor supervivencia y no por mayor fecundidad.

Palabras clave: pyroxsulam, imazamox, fecundidad

ABSTRACT:

Avena fatua L. (wild oat) is a very frequent weed in field crops of wheat and barley in southern Buenos Aires. Its control is carried out mainly through the application of herbicides, either strictly graminicides (Fops, Dims, Dens) or ALS inhibitors, which are also recommended to control of broadleaf weeds. The response of different populations of wild oat to the application of two ALS-inhibiting herbicides (imazamox and pyroxsulam) was studied in a field experiment. In addition, the effect of the agricultural history of the populations in the response to herbicides was evaluated. The experiment was carried out in the experimental field of the Faculty of Agronomy (UBA), regarding four populations of wild oat from the south of Buenos Aires, one of them from a place with no agricultural history. Herbicides imazamox and py-



roxsulam were evaluated in 5 doses (0x, 0.25x, 0.5x, 1x, 2x), where x being the recommended dose in label. The variables studied were survival (%), individual biomass and fecundity. The results obtained indicated a greater herbicide effect with increasing dose and greater efficacy of imazamox than with pyroxsulam. In addition, greater sensitivity to herbicides was recorded in the population with no agricultural history. The biomass-fecundity ratio regarding all the treatments was 34 seeds / g. However, it was lower in the population with no agricultural history and in addition; there was no difference between herbicides. According to the results, the population growth will be higher with the application of pyroxsulam, due to the greater survival and not due to higher fecundity.

Keywords: pyroxsulam, imazamox, fecundity

INTRODUCCIÓN

La avena negra (*Avena fatua* L.) es considerada una de las malezas más extendidas en cultivos de trigo y cebada en todo el mundo. En la Argentina, históricamente fue la maleza más importante en cultivos de trigo del S-SO de Buenos Aires, tanto por el daño al cultivo como por el costo de control. Desde los '70 la evolución en la eficiencia de uso de los herbicidas para su control minimizó este inconveniente. Sin embargo, su presencia en los lotes continúa siendo alta (Gigon *et al.* 2009, Vigna *et al.* 2013). Relevamientos realizados hace más de 30 años por Catullo *et al.* (1983), identificaron la presencia de avena negra en aproximadamente el 40% de los cultivos de trigo. Posteriormente, en la campaña 2004/2005, Scursoni *et al.* (2014) registraron avena negra en el 64% de los lotes de producción de trigo, evidenciando un incremento de su presencia regional.

Catullo & Rodríguez (1985, citado en Leguizamón y Puricelli, 2014) evaluaron el efecto de la densidad de avena negra en la pérdida de rendimiento de

trigo, registrando pérdidas del 40% con densidad de 200 plantas por m². Scursoni *et al.* (2011) registraron pérdidas de 20% en cultivos de trigo con densidades de 100 plantas m². Además de las pérdidas de rendimiento, la falta de control de avena negra reduce tanto la eficiencia de la cosecha como la calidad del grano cosechado, debido a la contaminación con semillas de la maleza (Tourn *et al.*, 2019).

El método más utilizado por los productores para reducir la presencia de avena negra en los cultivos es el control químico. En la Argentina, los productos disponibles y más utilizados para su control en post emergencia de trigo, pertenecen a herbicidas correspondientes a dos grupos con diferentes sitios de acción: (i) inhibidores de la enzima acetil coenzima A carboxilasa (ACCasa) y (ii) inhibidores de la acetolactatosintasa (ALS). Estos últimos son más utilizados debido a la posibilidad de controlar en una sola aplicación tanto especies latifoliadas como poáceas. Si bien en la Argentina no se han registrado casos de resistencia a inhibidores de la ALS en avena negra, en el mundo se han registrado 19 casos de resistencia a dicho grupo de herbicidas (Heap, 2019). En cuanto a inhibidores de ACCasa, Vigna *et al.* (2011) identificaron resistencia a clodinafop-propargyl, diclofop-methyl y fenoxaprop-P-ethyl.

La mayor parte de los trabajos relacionados a la eficacia de herbicidas presentan como objetivo evaluar visualmente el control o, también, el crecimiento y la supervivencia. Sin embargo, son escasos los trabajos que estudien la fecundidad de los individuos sobrevivientes, lo cual constituye un componente del "fitness" de los individuos frente a la aplicación de herbicidas.

En el presente trabajo se estudió el efecto de dos diferentes herbicidas inhibidores de ALS (pyroxsulam

El método más utilizado por los productores para reducir la presencia de avena negra en los cultivos es el control químico.

e imazamox) en el crecimiento y fecundidad de individuos de *Avena fatua*, pertenecientes a distintas poblaciones del sur de Buenos Aires, con diferente historia agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Bs. As. se realizó un experimento con el objetivo de estudiar la respuesta a dos diferentes herbicidas inhibidores de ALS, de cuatro poblaciones de avena negra del sur de la provincia de Buenos Aires, particularmente de la zona de Miramar y Azul. A los efectos de identificar posibles diferencias de acuerdo a la historia previa de uso de herbicidas, se obtuvieron tres poblaciones en lotes de producción de trigo (denominadas Av. Grande, Azul F, Hijas Azul F), en tanto la restante se colectó en un área sin producción de

cultivos (AVEFA Ruta).

El experimento se planteó en un diseño en parcelas sub-sub divididas, siendo el factor principal la población y los herbicidas y sus dosis los subfactores. En cada población, se evaluaron los herbicidas pyroxsulam + metsulfurón metil, grupos triazol pirimidinas + imazamox, del grupo imidazolinonas. Este último, sólo recomendado para su aplicación en cultivares de trigo con tolerancia a imidazolinonas. De cada herbicida se evaluaron 5 dosis diferentes, incluyendo la dosis 0 (testigo sin tratamiento). Las dosis aplicadas fueron 0% (0X), 25% (0,25X), 50% (0,5X), 100% (1X) y 200% (2X) expresado como % de la dosis recomendada, siendo la misma 400 cc/ha + 6,7 g/ha (pyroxsulam 4,5 + metsulfurón metil 60%) y 100 g/ha para imazamox (70%). De cada



Foto 1. Estado de plántulas de *Avena fatua* al momento de la aplicación de los herbicidas

tratamiento (población x herbicida y dosis), se realizaron 5 repeticiones consistentes en macetas de 4 plantas cada una. La aplicación de los herbicidas se realizó el 5 de agosto, cuando las plantas alcanzaron el estado de 3 hojas mediante pulverizadora de mochila con una presión de 40 psi (Foto 1).

Durante el experimento, se aseguró una correcta dotación de agua para el buen crecimiento de las plantas y se monitorearon regularmente para prevenir presencia de plagas y enfermedades.

En cada tratamiento las variables evaluadas fueron supervivencia (plantas vivas /plantas totales) y biomasa individual. La evaluación de cada tratamiento se realizó considerando la supervivencia a los 28 y 60 días desde la aplicación (DDA) de los herbicidas. La biomasa individual se evaluó tanto a los 28 días DDA como en madurez, para lo cual el material recolectado se colocó en estufa a 60°C durante 48 hs. Previamente se cosecharon las semillas de los individuos seleccionados para

estimar biomasa con el propósito de cuantificar la fecundidad por planta.

El análisis estadístico se realizó con el programa InfoStat. Se realizó en ANOVA correspondiente al diseño experimental utilizado y para la separación de medias se utilizó el test LSD Fisher ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Supervivencia

A los 28 días de aplicación (DDA), sólo se registró efecto significativo de la dosis de aplicación, registrándose menor supervivencia con la dosis 2x que con la dosis x. Interesantemente, no se registró diferencia entre la dosis x y la dosis 0,5x. A los 60 DDA, también se registró efecto dosis y además se registraron diferencias entre herbicidas. En el promedio de las dosis y poblaciones estudiadas, la supervivencia con aplicación de imazamox fue menor que con pyroxsulam (Figura 1).

Respecto al origen poblacional, a los 60 DDA, la supervivencia de plantas de la población no agrícola (AVEFA ruta),

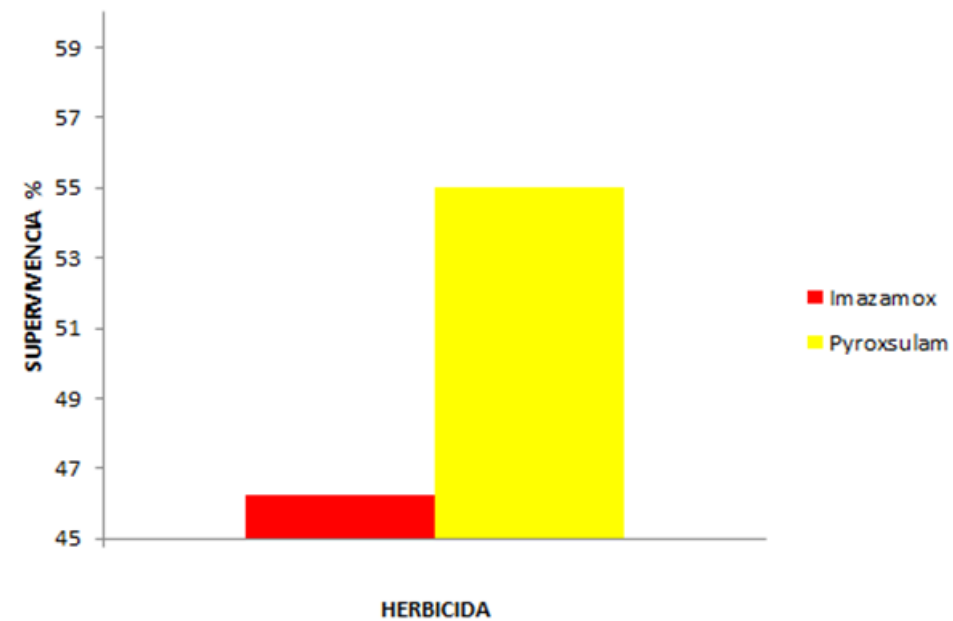


Figura 1. Supervivencia (%) de plantas de avena negra a los 60 DDA de los herbicidas imazamox y pyroxsulam, en promedio de las 4 poblaciones y las diferentes dosis evaluadas (LSD 0,05: 6%).

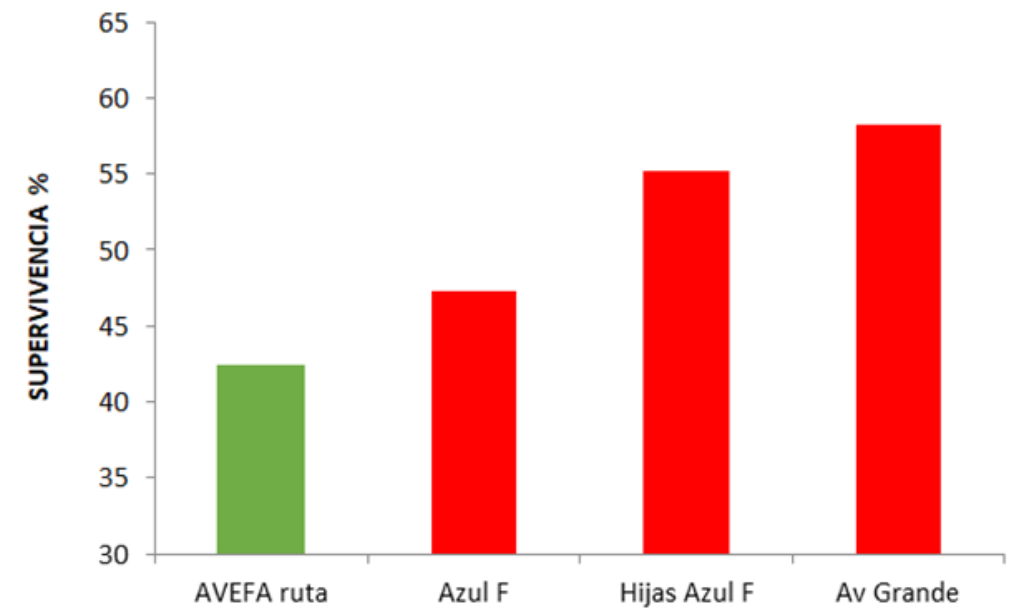


Figura 2. Supervivencia (%) de plantas de avena negra a los 60 DDA de herbicidas en diferentes poblaciones sin historia agrícola (verde) y con historia agrícola (rojo).

resultó significativamente inferior a dos de las poblaciones agrícolas (Figura 2 y, Foto 2).

Biomasa

En la evaluación realizada a 28 días de aplicación sólo se registró efecto significativo de la dosis de herbicida. Todos los tratamientos presentaron individuos

con menos biomasa que los testigos no tratados. Además, se observó diferencia entre las dosis aplicadas. Los individuos sobrevivientes a la dosis (x) recomendada presentaron un valor de biomasa cercano al 20% de los individuos testigo (0,08 y 0,35 g/individuo para las dosis 1x y 0x, respectivamente).



Foto 2. Poblaciones no agrícola (izquierda) y agrícola (derecha) a los 60 DDA de imazamox (5/10). La dosis aumenta en sentido descendente de 0x a 2x.

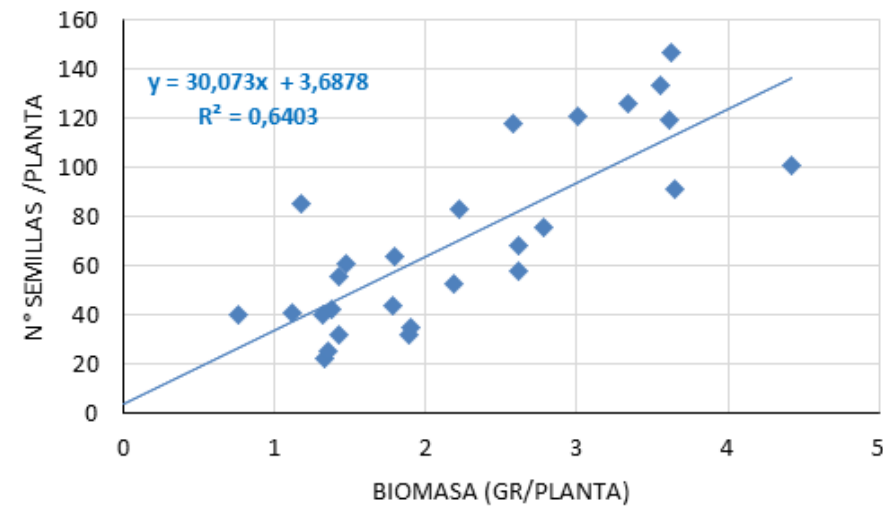


Figura 3. Fecundidad (semillas/planta) de avena negra en relación al peso individual en el conjunto de las poblaciones, herbicidas y dosis de uso.

En cuanto a la relación biomasa a madurez y fecundidad, Scursoni *et al.* (2011) registraron una relación cercana a 40 semillas por gramo de biomasa. En el presente trabajo y considerando el total de poblaciones, herbicidas y dosis, dicha relación fue de 30 semillas/g de biomasa (Figura 3).

Cuando sólo se analizaron los individuos testigos, la fecundidad fue mayor en las plantas procedentes de poblaciones con historia agrícola (Figura. 4). Este dato podría entenderse como un mecanismo de adaptación de los individuos sobrevivientes a los herbicidas.

Finalmente, al comparar los efectos de

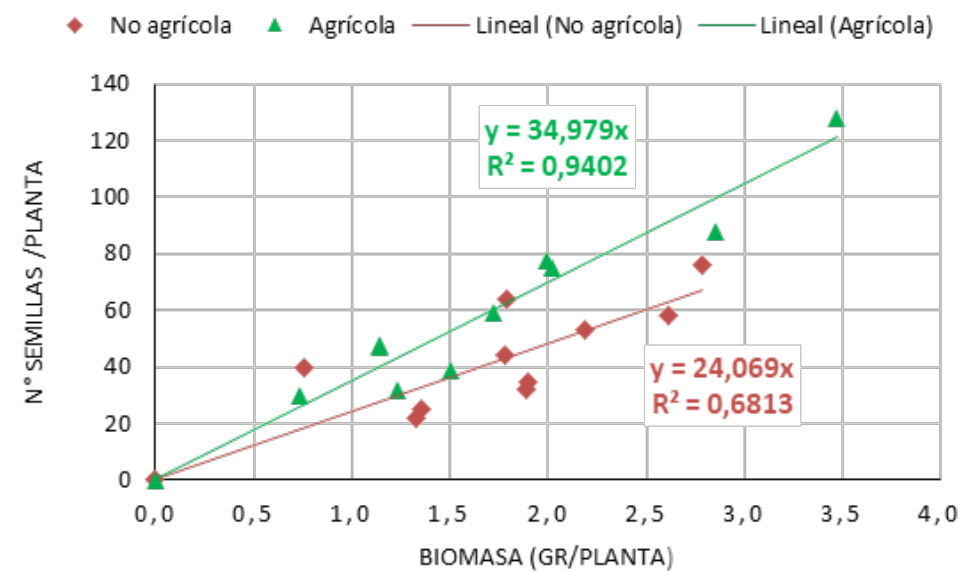


Figura 4. Fecundidad (semillas/individuo) de avena negra en relación al peso individual en el conjunto de los herbicidas y dosis de uso para las poblaciones con y sin historia agrícola.



los diferentes herbicidas, no se observaron diferencias entre ambos, generando en promedio 35 semillas/g biomasa. No obstante, al evaluar el total de semillas producidas por cada tratamiento, integrando la supervivencia con la fecundidad individual, es mayor la cantidad de semillas en los tratamientos con pyroxsulam. En este caso, sería mayor el ingreso de semillas al banco, a menos que efectos en fenología generasen diferencias en el momento de maduración de las semillas. Los efectos de los herbicidas no sólo en los procesos demográficos, sino también en la fenología de los individuos contribuirán a predecir con mayor precisión los efectos de los distintos tratamientos en la dinámica de las poblaciones de malezas.

CONCLUSIONES

Las poblaciones con historia agrícola, presentan menos sensibilidad al

tratamiento con herbicidas (mayor supervivencia) que aquellas poblaciones sin historia agrícola.

Los individuos procedentes de poblaciones agrícolas presentan mayor partición reproductiva (semillas/g), que los correspondientes a aquella sin historia agrícola.

El herbicida imazamox tuvo mejor performance en el control de la maleza que la mezcla de pyroxsulam + metsulfurón metil.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó con aportes del subsidio UBACYT 593BA (2014-17).

Al Dr. Andrés Martín, por su colaboración en las tareas experimentales. «

Bibliografía

CATULLO JC, VALETTI OE, RODRIGUEZ ML, SOSA CA (1983) Relevamiento de malezas en cultivos comerciales de trigo y girasol en el centro sur bonaerense. Resúmenes de IX Reunión Argentina sobre la Maleza y su control, Santa Fe, Argentina. Pp204-235.

GIGÓN R, LOPEZ RL, VIGNA MR (2009). Efectos del cultivo antecesor y sistema de labranza sobre las comunidades de malezas en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum*) en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Actas del XII Congreso de la SEMh, XIX Congreso de ALAM y II Congreso IBCM, Vol I, 69-72.

HEAP I (2019). International Survey of Herbicide-Resistant Weeds Disponible en: <http://www.weedscience.org/>. Acceso 5/3/2020

LEGUIZAMÓN E, PURICELLI E (2014).El manejo de malezas en trigo. Cátedra de Malezas. Departamento de Sistemas de Producción Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias. C.C.14 (2123). Zavalla. Sta Fe. Disponible en <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2014/07/Manejo-de-malezas.pdf>. Acceso

5/3/2020

SCURSONI JA, MARTÍN A, CATANZARO MP, QUIROGA J, GOLDAR F (2011). Evaluation of post-emergence herbicides for the control of wild oat (*Avena fatua* L.) in wheat and barley in Argentina. Crop Protection. Volume 30, 18-23.

SCURSONI JA, GIGÓN R, MARTÍN AN, VIGNA MR, LEGUIZAMÓN ES, ISTILART C, LOPEZ R(2014). Changes in Weed Communities of Spring Wheat Crops of Buenos Aires Province of Argentina. Weed Science 62(1), 51-62.

TOURN SN, DIEZ DE ULZURRUM P, EXILART A; LASAGA R, PLATZ JP (2019). Presencia y abundancia de semillas de malezas en máquinas cosechadoras. Revista ASACIM. 01, 4-10.

VIGNA MR, GIGÓN R, LÓPEZ RL (2011). Presencia de poblaciones de Avena fatua L. resistente a herbicidas en Argentina. Actas XX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), Chile, 4-9 diciembre. Disponible en http://www.senasa.gob.ar/SENASA/VEGETAL/AROMATICAS/PROD_PRIMARIA/PLAGAS/avena_fatua1.pdf

Reseña del libro “Malezas del Semiárido Central Argentino”

Arroyo, D.; Garay, J.;
Demaría, M.; Rauber, R.
INTA SAN LUIS
Arroyo.daniel@inta.gob.ar

La publicación surgió como producto de múltiples investigaciones, relevamientos y experimentos desarrollados por el equipo conformado por Daniel Arroyo, Jorge Garay, Manuel Demaría y Ruth Rauber, perteneciente a la Estación Experimental Agropecuaria INTA San Luis. Esta guía es un compendio que incluye a 108 especies de malezas, pertenecientes a 29 familias, ordenadas en 279 páginas con 360 ilustraciones fotográficas en alta calidad.

La guía está organizada con un prólogo, una introducción que incluye cómo reconocer una maleza, como controlar malezas, recomendaciones adicionales sobre manejo de malezas y cómo utilizar la guía, luego la descripción de las especies agrupadas por familias y por último la bibliografía consultada.

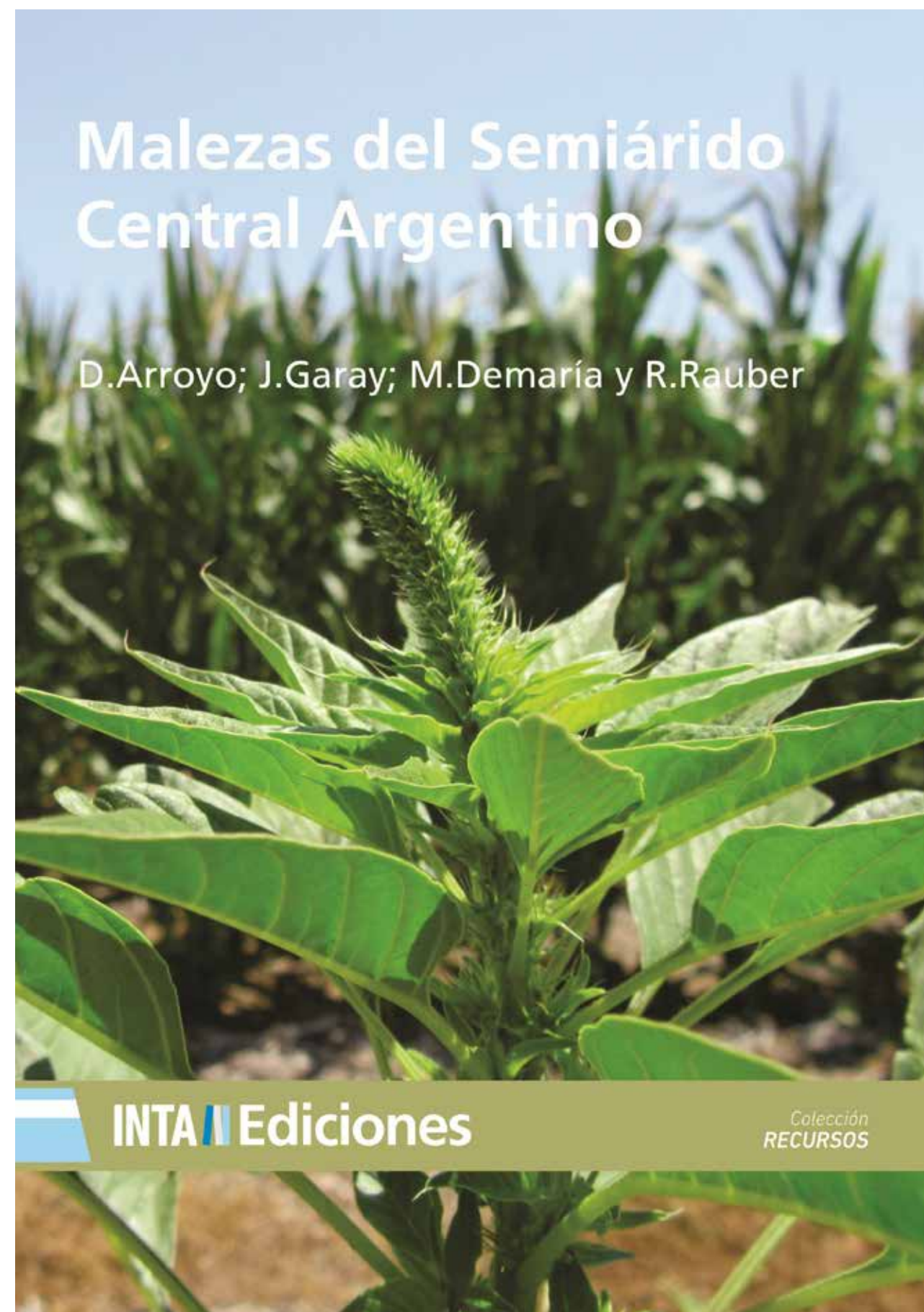
La descripción de las especies contiene información de cada especie y sus características distintivas como el nombre común en español y en inglés, el nombre científico, la familia, el origen, la distribución, la descripción botánica, el hábito de crecimiento, el ciclo de vida, el tipo de propagación y los métodos de control orientativos dentro de un manejo integrado de malezas. Asimismo, incluye numerosas fotografías ilustrativas.

El objetivo de esta obra es contribuir a mejorar la planificación estratégica en la prevención y manejo de las malezas de los cultivos de la Región Semiárida Central Argentina y aportar herramientas para disminuir el impacto que las malezas pueden causar en los cultivos y favorecer a una producción rentable y ecológicamente sustentable.

¿Que motivó la realización de éste trabajo?

Para los investigadores, las transformaciones ocurridas en los sistemas productivos de la Región Semiárida Central Argentina, impulsaron la necesidad de adquirir nuevos conocimientos, indispensables en la toma de decisiones de manejo, que compatibilicen la producción agropecuaria con la sustentabilidad y conservación de los recursos naturales.

Una de las necesidades, tanto de productores como de agrónomos asesores, estaba asociada a la falta de manuales que faciliten una rápida y sencilla identificación de las principales malezas de la región, junto con la escasez de información básica sobre los métodos de control para cada especie en particular que garanticen el menor impacto ambiental.



La difusión de estos conocimientos básicos resultaba impostergable, especialmente en una época donde el avance de la frontera agropecuaria y el desplazamiento de la ganadería hacia el oeste son incuestionables.

¿Cómo obtener la publicación?

Esta publicación forma parte de la Colección Recursos del sello Editorial INTA que desde el año 2014 posee una serie de publicaciones digitales gratuitas para facilitar la lectura desde dispositivos móviles.

“Malezas del Semiárido Central Argentino” puede descargarse en forma gratuita a través del sitio web: inta.gob.ar/sanluis. Desde allí se puede acceder al libro en un soporte liviano, con ampliación del contenido mediante hipervínculos y un formato dinámico.

A través del formato PDF puede almacenarse la publicación en cualquier dispositivo móvil para ser utilizado en

diferentes ocasiones o en zonas sin conectividad.

Puede acceder en forma gratuita a la publicación desde el siguiente Link:

<https://inta.gob.ar/documentos/malezas-del-semiarido-central-argentino>

Sobre los autores

Daniel Nicolas ARROYO

Ingeniero de Recursos Naturales para Zonas Áridas en la Universidad Nacional de La Rioja, Sede Chamental. Magister en Prevención y Control de la Desertificación en la misma universidad. En 2006 ingresó a INTA. Sus principales actividades se enmarcan en la Botánica como parte de un equipo de investigadores, dedicados a la Ecología, Manejo y Evaluación de Pastizales Naturales y a la Ecología de Malezas presentes en cultivos de la región semiárida argentina. También es Director de Colecciones en el Herbario Institucional de la EEA San Luis, sobre las que realiza tareas



de reorganización de las colecciones de acuerdo con nuevas revisiones, selección y procesamiento de nuevos especímenes, agregando información a distintas bases de datos.

Jorge Alberto GARAY

Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional de San Luis. Diplomado en Dirigencia Agroindustrial en el postgrado del CEIDA. Fue Profesor Adjunto de Terapéutica Vegetal de la carrera de Ingeniería Agronómica (UNSL). Ingresó al INTA en 1987. Trabajando en diversas líneas relacionadas con el manejo de malezas, desempeñando diferentes puestos de gestión. Actualmente es investigador en manejo de malezas y herbicidas integrando el Grupo de Producción Agrícola. Posee numerosos trabajos publicados en revistas técnicas, científicas, congresos nacionales e internacionales y capítulos de libros. Realizó una pasantía en el I.A.S. (Instituto de Agricultura Sustentable) de Córdoba, España. Fue disertante en numerosos cursos, seminarios, simposios y jornadas en el tema de manejo de malezas y herbicidas.

Ruth Bibiana RAUBER

Licenciada en Ciencias Biológicas en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Doctora en el área de Ciencias Biológicas de la misma universidad. Becaria posdoctoral CONICET, con lugar de trabajo en la Estación Experimental Agropecuaria San Luis para estudiar la

expansión de *Stipa eriostachya* en bosques de caldén de la región semiárida central argentina. A partir de diciembre de 2012 se incorporó a la EEA San Luis, dedicándose a estudios ecológicos relacionados a malezas agrícolas y plantas invasoras en bosque de caldén.

Manuel Rodolfo DEMARIA

Biólogo de la Universidad Nacional de Córdoba. Master en Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional de Córdoba, y Doctor en Cartografía SIG y Teledetección de la Universidad de Alcalá de Henares, España. Trabaja en INTA desde 1994 como investigador en el Grupo de Recursos Naturales y es actualmente Coordinador del Área de Investigación de la EEA San Luis. Tiene numerosos artículos publicados en revistas científicas y capítulos de libros. Ha recibido siete becas internacionales de diferentes instituciones: Smithsonian Institution, Organization for Tropical Studies (OTS), UICN y 5 becas nacionales. Fue profesor principal del Conservation and Research Center del Smithsonian Institution (USA) y actualmente es docente de la Maestría en Producción Ganadera de Zonas Áridas (U.N. de Cuyo).

Agradecimientos:

Agradecemos el trabajo efectuado por la Licenciada Lucía Cornejo, de la División de Informática y Tecnologías de la Información, Área de Prensa y Comunicación Institucional, EEA INTA San Luis, para que se pudiese concretar esta Publicación. «

Esta publicación forma parte de la Colección Recursos del sello Editorial INTA que desde el año 2014 posee una serie de publicaciones digitales gratuitas para facilitar la lectura desde dispositivos móviles.

Enlist™ sistema de control de malezas:

como funciona el sistema y que soluciones ofrece a la problemática en Argentina

Frene, Rafael
Corteva Agriscience, Av. del Libertador 101, B1638 Vicente López, Buenos Aires, Argentina.
rafael.frene@corteva.com



RESUMEN

El Sistema de Control de Malezas Enlist™ es una tecnología de eventos biotecnológicos o “traits” con tolerancia a herbicidas en maíz y soja. Se basa en tres componentes: “traits”, soluciones herbicidas y un programa denominado Enlist Protect™. El maíz Enlist es tolerante a 2,4-D, herbicidas hariloxypiónicos y glifosato. La soja Enlist E3™ tolera los herbicidas 2,4-D, glifosato y glufosinato. La tecnología permitirá el uso de estos herbicidas en una amplia ventana de aplicación en cultivos Enlist, desde pre-emergencia hasta el estado V8 en maíz Enlist y R2 en soja Enlist E3. El herbicida Enlist Colex-D™ (2,4-D colina) brindará un amplio espectro de control en post-emergencia sobre malezas resistentes y tolerantes. Este contiene tecnología Colex-D™, una formulación que reduce la volatilidad a valores casi cero, minimiza la deriva física un 48% respecto a una formulación tradicional de 2,4-D y no posee olor debido a la ausencia de fenoles. Los programas de control Enlist proveerán un efectivo control de malezas, tales como *Conyza* spp., *Amaranthus* spp., *Borreria* spp., *Ipomoea* spp., *Commelina* spp y poáceas. Estos se basan en aplicaciones secuenciales, con herbicidas residuales de diferentes grupos químicos, seguido en post emergencia por combinaciones de Enlist Colex-D, glufosinato y glifosato para el control de latifoliadas. Respecto a las poáceas, la tecnología admite aplicaciones de haloxyfop en postemergencia de maíz. La posibilidad de uso de la estrategia de “doble golpe” con glufosinato en soja y maíz Enlist ofrece aún más flexibilidad para el control de malezas. Enlist Protect™ es un “Sistema de Buenas Prácticas”, diseñado para ayudar a los agricultores a alcanzar el éxito en el control de malezas y asimismo promover prácticas responsables de uso del sistema Enlist. Se basa en recomendaciones de calidad de aplicación, propuestas de programas de control con diversidad de modos de acción y

recomendaciones de manejo.

Palabras claves: traits, 2,4-D choline, Colex-D, malezas, programas de control.

ABSTRACT

Enlist™ Weed Control System is a technology of biotechnological events or traits with tolerance to herbicides in corn and soybeans. It is based on three components: traits, herbicide solutions and a program named Enlist Protect™. Enlist corn is tolerant to 2,4-D, hariloxypionic herbicides, and glyphosate. Enlist E3™ soybean tolerate 2,4-D choline herbicide, glyphosate and glufosinate-ammonium. The technology will allow the use of these herbicides in a wide window of application in Enlist crops. It will be from pre-emergence to V8 stage in Enlist corn and R2 in Enlist E3 soybean. The Enlist Colex-D™ (2,4-D choline) herbicide will provide a broad spectrum of post-emergence control on resistant and tolerant weeds. This contains Colex-D™ technology, a formulation that reduces volatility to near zero values, minimizes physical drift by 48% compared to a traditional 2,4-D formulation, and is odorless due to the absence of phenols. Enlist control programs will provide effective weed control, such as *Conyza* spp., *Amaranthus* spp., *Borreria* spp., *Ipomoea* spp., *Commelina* spp and grasses. These are based on sequential applications, with residual herbicides using different chemical groups, followed by post emergence combinations of Enlist Colex-D, glufosinate and glyphosate for broadleaf control. Regarding grasses, the technology supports haloxyfop applications in post-emergence on corn. Besides, the possibility of using over the top of Enlist corn & soybean the glufosinate herbicide in a “double k-down” strategy offers even more flexibility for weed control. Enlist Protect™ is a “System of Good Practices”, designed to help farmers achieve success in weed control and also promote responsible practices of using the Enlist system. It is

based on application quality recommendations, proposals of control programs with diversity of modes of action, and management recommendations.

Keywords: traits, 2,4-D choline, Colex-D, weeds, control programs.

ESCENARIO ACTUAL Y FUTURO

La dimensión de la problemática de malezas en la agricultura argentina actual es tal, que ocupa el primer lugar a la hora de diseñar los planteos técnicos y de costos al inicio de cada campaña. Poblaciones resistentes de especies tales como rama negra (*Coryza sumatrensis* (Retz.) E.Walker; *C. bonariensis* (L.) Cronquist), yuyo colorado (*Amaranthus hybridus* L., *A. palmeri* S.Watson) y gramíneas (*Echinochloa* spp., *Eleusine indica* Gaertn., *Chloris* spp, *Sorghum halepense* Pers.) (Heap 2017; AAPRESID 2020), están presentes hoy en una gran cantidad de los lotes agrícolas. Casi siempre en forma combinada, y aún más complejo, varias de estas poblaciones presentan resistencia múltiple, es decir son resistentes a dos o más modos de acción (MOA). Es esperable que si esto continúa evolucionando en esta dirección, como parecería ser la situación actual, con el tiempo llevará al sistema a un grado de complejidad aún mayor que requerirá manejarlo dentro de los límites que impone un "Programa de Control de Malezas". Estos programas se basan en el uso alternado de mezclas simultáneas de al menos dos herbicidas con diferente MOA (idem anterior), y son la herramienta clave que asegura la sustentabilidad de las tecnologías evitando procesos evolutivos de resistencia en forma acelerada, tal como viene ocurriendo.

El escenario del futuro cercano plantea varios desafíos, a saber. No se prevén nuevos MOA disponibles al menos en el futuro cercano (Westwood *et al.* 2018), esto obliga a la necesidad de utilizar racionalmente los que aún funcionan, mediante la adopción de Programas de Control. La diversidad es crítica, es

decir, el aumento de diversidad agronómica (rotación de cultivos, cultivos de cobertura, etc.) en combinación con diversidad química (MOA) son la clave. Existen ya tecnologías disponibles para los cultivos de maíz y soja con resistencia a múltiples MOA de herbicidas. Una de ellas es Enlist™, ofreciendo cultivos con alta flexibilidad en el uso de herbicidas.

¿QUÉ ES EL SISTEMA DE CONTROL DE MALEZAS ENLIST™?

El Sistema de Control de Malezas Enlist™ es una tecnología de "traits" (eventos biotecnológicos) con tolerancia a herbicidas que contiene tres componentes: "traits" Enlist™, soluciones herbicidas Enlist™ y el programa Enlist Protect™. La tecnología Enlist™ ha sido diseñada para ser incluida en el germoplasma elite de maíz y soja. Materiales de maíz Enlist™ ofrecen tolerancia a 2,4-D colina, herbicidas hariloxipropiónicos (FOP) y glifosato. En soja, los cultivares Enlist E3™ serán tolerantes a los herbicidas 2,4-D colina, glifosato y glufosinato de amonio. Los eventos o "traits" Enlist™ proveen una robusta tolerancia en ambos cultivos, permitiendo una amplia y flexible ventana de aplicación de los herbicidas mencionados. Dicha ventana admite aplicaciones desde preemergencia y hasta el estado V8 en maíz Enlist™ y desde preemergencia hasta R2 (plena floración) en soja EnlistE3™.

La soja Enlist E3™ (evento DAS-68416-4) fue desregulada en la Argentina en 2015 (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Resolución SAGYP N°98; 09-04-2015). La misma contiene tres genes: (1) ariloxialcanoato dioxigenasa-12 (aad-12); (2) doble mutante 5-enolpiruvilshikimate-3-fosfato sintasa (2mEPSPS), y (3) fosfotricina acetiltransferasa (Pat), que transmiten resistencia a 2,4-D, glifosato y glufosinato, respectivamente (Wright *et al.* 2010). El evento DAS-40278-9, que representa al maíz Enlist, fue desregulado en la Argentina en 2018 (Secretaría

Cuadro 1. Características de los eventos Enlist en maíz y soja. Wright *et al.* 2010

Cultivo	Identificación del Gene	Evento	Nombre de la proteína	Origen del evento	Tolerancia a Herbicidas
MAÍZ (Zea mays)	aad-1	DAS-40278-9	AAD-1 (arylalkanoate dioxigenase-1)	<i>Sphingobium herbicidovorans</i>	2,4-D, FOPs
SOJA (Glycine max)	aad-12	DAS-68416-4	(1) AAD-12 (arylalkanoate dioxigenase-12) (2) double mutant 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (2mEPSPS) (3) PAT (phosphotricin acetyltransferase)	<i>Dielfia acidovorans</i> (aad-12) <i>Streptomyces viridochromogenes</i> (pat)	2,4-D, Glufosinato, Glifosato

de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Resolución 2018-28-APN-SEC-CYDT-MA; 02-03-2018). El maíz tiene tolerancia natural al 2,4-D; sin embargo, las aplicaciones deben ocurrir en una ventana muy acotada (V3-V5) del período vegetativo y las dosis se limitan a un rango de 280 a 500 g e.a. ha⁻¹, existiendo además una fuerte interacción herbicida-germoplasma. El maíz Enlist™ contiene la enzima ariloxialcanoato dioxigenasa-1 (AAD-1) que metaboliza rápidamente 2,4-D a diclorofenol, transmitiendo así un alto nivel de tolerancia a 2,4-D, lo que permite el uso de altas dosis de este principio activo y una amplia ventana de aplicación. Las ariloxialcanoatodioxigenasas (AAD) son una clase de enzimas bacterianas que catalizan la escisión oxigenolítica del 2,4-D en diclorofenol y glioxilatos no herbicidas. Se descubrió que la enzima AAD-1 de *Sphingobium herbicidovorans* metaboliza 2,4-D y miembros de la clase de herbicidas de ariloxifenoxipropionato, incluidos R-cyhalofop, R-haloxifop y R-quizalofop (Wright *et al.* 2010). Posteriormente, el

gen aad-1 se insertó en una línea de maíz receptora (evento DAS-40278-9) otorgando de este modo alta tolerancia al herbicida 2,4-D y FOPs. (Wright *et al.* 2010) (Cuadro 1).

La solución herbicida Enlist Colex-D™ ofrece una novedosa formulación de 2,4-D sal colina formulado con tecnología Colex-D™. Esta tecnología de formulación innovadora reduce la volatilidad a valores casi cero presentando un 92 % de reducción comparado con una formulación tradicional de 2,4-D DMA (Ouse *et al.* 2018). Investigaciones muestran que la tecnología Colex-D™ reduce la deriva física en un 48% comparado con una formulación tradicional de 2,4-D DMA (Tank 2013; Li, Mei 2013). Es además una formulación sin olor por ser libre de fenoles.

Los herbicidas usados en el sistema Enlist™ proveerán un efectivo espectro de control de malezas: 2,4-D colina permitirá el control de malezas latifolias resistentes y tolerantes a glifosato, como las especies de los géneros *Con-*



ya, *Amaranthus*, *Euphorbia*, *Ipomoea* y *Commelina* entre otras; glufosinato de amonio en mezclas con Enlist Colex-D™ ofrecerá controles sustentables (dos MOA diferentes) en *Amaranthus* spp., *Borreria* spp., *Brassica* spp. Respecto a malezas poáceas, haloxyfop, será una solución para las especies resistentes a glifosato en postemergencia de maíz Enlist™, sumado a la opción del uso de la práctica de “doble golpe” de haloxyfop seguido de glufosinato en postemergencia tanto de maíz (solo en materiales Power Core ó Power Core Ultra) como así también en soja Enlist™. Esta última opción da cuenta de la flexibilidad en opciones y en ventana de aplicación

que admite la tecnología Enlist en general.

El tercer componente, Enlist Protect™, se trata de recomendaciones de buenas prácticas de manejo, diseñado para ayudar a los agricultores a alcanzar el éxito en el control de malezas y al mismo tiempo promover prácticas responsables de uso del sistema Enlist™. Este incluye recomendaciones del uso del herbicida Enlist Colex-D que garantiza aplicaciones sin riesgo de deriva física o de vapores de 2,4-D colina y un Programa de Control para cada problemática (Figuras 1 y 2) que incluirá siempre el uso de herbicidas residuales con múl-

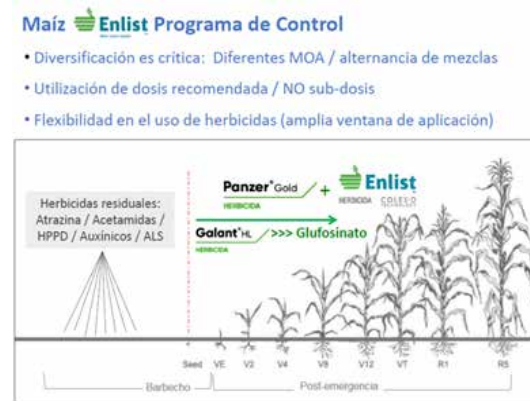


Figura 1. Maíz Enlist Next 22.6 PWUEnlist (foto). Programa de Control de Malezas en Maíz Enlist (esquema).

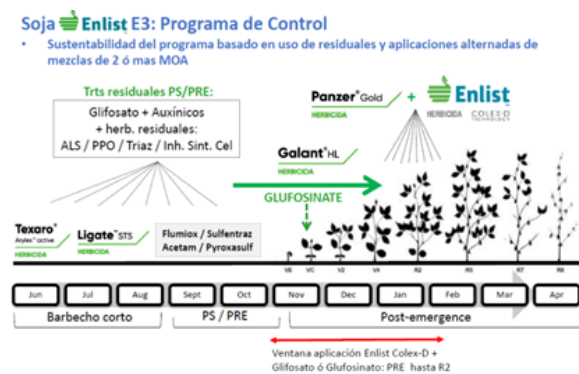


Figura 2. Soja Enlist E3 (foto). Programa de Control de Malezas en soja Enlist E3™ (esquema).

* Enlist™ y Colex-D™ son marcas registradas de Dow AgroSciences (Miembro del Grupo de compañías de Corteva Agriscience).

*EnlistE3™ soja es una colaboración conjunta entre MS Technologies y Dow AgroSciences.

tiples modos de acción (inhibidores de PPO, ALS, PII y de la división celular), seguido de mezclas que incluyen Enlist Colex-D y glufosinato en postemergencia. Como referencia del impacto positivo en rendimiento de la tecnología Enlist™, en el caso de rama negra (*C. sumatrensis*) resistente a EPSPs se han reportado diferencias de 26% de incremento en rinde al comparar la

tecnología actual de soja resistente a glifosato (RR) vs. el programa de control Enlist™ y de hasta 75% al comparar la estrategia de sólo uso de glifosato vs. el programa de control Enlist™ (Frene *et al.* 2018). Esto ofrece evidencia de la capacidad competitiva de esta maleza, su efecto negativo en la productividad del cultivo de soja y la eficacia del uso de programas de control. «



Bibliografía

- AAPRESID (2017) La Red de Ensayos en Malezas. <http://www.aapresid.org.ar/rem/alertas/> Accedido marzo 31, 2020.
- FRENE RL, SIMPSON DM, BUCHANAN MB, VEGA ET, RAVOTTI ME, VALVERDE PP (2018). Enlist E3™ Soybean sensitivity and Enlist™ herbicide-based program control of sumatran fleabane (*Conyza sumatrensis*). *Weed Technology*. doi: 10.1017/wet.2018.29
- HEAP I (2017) The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. <http://www.weedscience.org>. Accedido en julio 7, 2017
- LI M, TANK H, KENNEDY A, ZHANG H, DOWNER B, OUSE D, LIU L (2013). Enlist Duo herbicide: a novel 2,4-D plus glyphosate premix formulation with low potential for off-target movement in Pesticide Formulation and Delivery Systems. Volume 32. Innovating Legacy Products for New Uses. West Conshohocken, PA: ASTMInternational.

OUSE GD, GIFFORD JM, SCHLEIER III J, SIMPSON DD, TANK HH, JENNINGS CJ, ANNANGUDI SP, VALVERDE-GARCIA P & MASTERS RA (2018) A new approach to quantify herbicide volatility. *Weed Technology*. doi: 10.1017/wet.2018.75.

TANK H (2013) The Impact of spray solution physical properties on spray drift – application in formulation design. VI Simpósio Internacional de Tecnologia Aplicação Londrina, Brazil, September 2013.

WESTWOOD J, CHARUDATTAN R, DUKE S, FENNIMORE S, MARRONE P, SLAUGHTER D, ZOLLINGER, R (2018). *Weed Management in 2050: Perspectives on the future of weed science*. *Weed Science* 66(3): 275-285. doi:10.1017/wsc.2017.78

WRIGHT TW, SHAN G, WALSH TA, LIRA JM, CUI C, SONG P, ZHUAN M, ARNOLD NL, LYN G, YAU K, RUSSEL SM, CICCHILLO RM, PETERSON MA, SIMPSON DM, ZHOU N, PANSAMUEL J, ZHANG Z (2010) Robust crop resistance to broadleaf and grass herbicides provided by aryloxyalkanoate dioxygenase transgenes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 107: 20240-20245.

AGÉNDELO



III Congreso Argentino de Malezas · ASACIM
MALEZAS 2020

Ciencia, producción y sociedad: hacia un manejo sustentable

NUEVA FECHA
3 y 4 de junio - Ciudad Center Rosario
9 y 10 de junio, 2021

COORDINACIÓN
GENERAL

