

UNA PUBLICACIÓN DE ASACIM

# MALEZAS



# Editorial

Les presentamos los contenidos del sexto número de nuestra revista, donde podrán encontrar artículos de investigación relevantes e información interesante tanto para productores como para técnicos, investigadores y estudiantes interesados en las cuestiones ligadas a las malezas.

En este número se incluyen trabajos acerca de temas actuales relacionados con el manejo de las malezas, un protocolo para la evaluación de herbicidas, una nota técnica de alternativas para soja de segunda y una entrevista a un reconocido especialista en toxicología como el Prof. Mg. Aldo Saracco. Además encontrarán una síntesis del III Congreso Argentino de Malezas – ASACIM realizado en junio de 2021, donde se presentó y discutió el estado actual del saber científico en relación a las malezas y, en particular, todo aquello vinculado a los avances tecnológicos y los nuevos problemas detectados en los sistemas de producción de la Argentina y países limítrofes.

Los artículos contaron con la participación de autores de UBA, UNT, UCC, UNCuyo, UNLP, INFIVE-CONICET, Chacra Barrow, CONICET, INTA, CORTEVA y Nueva Agronomía S.A.

Cumplimos con la meta que nos propusimos al inicio de la Revista Malezas de la ASACIM de

publicar dos números por 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, SIPCAM, SPEEDAGRO, SUMMITAGRO, SUMITOMO, SYNGENTA, TROPFEN, UPL.

Esperamos que la información aquí presentada sea útil para todos los lectores y los invitamos a enviar sus trabajos de investigación, extensión o técnicos, de revisión bibliográfica y/o actualización, notas o comunicaciones breves, notas de opinión, reseñas de libros o tesis y artículos de periodismo científico 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-publicaci%C3%B3n-MALEZAS.pdf>.

Cordialmente  
**Elba de la Fuente**  
Comité Editorial  
[revistamalezas.asacim@gmail.com](mailto:revistamalezas.asacim@gmail.com)

## staff

### Comisión Directiva de ASACIM

**Presidente:** Julio Scursioni  
**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

Efecto de herbicidas hormonales sobre la germinación y crecimiento inicial de cinco variedades comerciales de *Triticum durum* “trigo duro”

---

16

Soja Enlist E3® Sistema de Control de Malezas. Fundamentos y ventajas del uso de la tecnología en cultivos de soja de 2da

---

24

Entrevista  
Prof.Mg. Aldo Sergio Saracco

---

30

Evaluación de fitotoxicidad y eficacia del S-metolaclor y metolaclor aplicados como pre emergentes en el cultivo de soja

---

36

Protocolos para la evaluación eficacia y selectividad de herbicidas pre y post emergentes

---

50

III Congreso Argentino de Malezas ASACIM, el congreso en números

---

64

Abundancia de malezas en secuencias de cultivos con diferente uso de insumos e intensificación de cultivos en el centro oeste bonaerense

---

72

Estado de la resistencia de poblaciones de *Lolium* en lotes de trigo y cebada del so de Buenos Aires, 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

# Efecto de herbicidas hormonales sobre la germinación y crecimiento inicial de cinco variedades comerciales de *Triticum durum* “trigo duro”

Carbone, A.V.<sup>1,2</sup>; Arambarri, A.M.<sup>2</sup>; Yanniccari, M.<sup>3,4</sup>; Larsen, A.<sup>4</sup>, Pardo, F.<sup>5</sup>; González, C.A.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Fisiología Vegetal. (INFIVE-CONICET-UNLP), Diagonal 113 y 61, CP:1900, La Plata. <sup>2</sup>Cátedra de Morfología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCyF), UNLP. <sup>3</sup>Investigador adjunto CONICET. <sup>4</sup>EEA Barrow (Tres Arroyos). <sup>5</sup>Tesista de grado. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. [acarbhone413@gmail.com](mailto:acarbhone413@gmail.com)

Citar como: Carbone et al. (2021) Efecto de herbicidas hormonales sobre la germinación y crecimiento inicial de cinco variedades comerciales de *Triticum durum* “trigo duro”. *Malezas* 6, 4-15.

## RESUMEN

El trigo duro manifiesta mayor sensibilidad a herbicidas con respecto al trigo pan, existiendo comportamiento diferencial intra varietal. Este trabajo evaluó los efectos de dicamba y picloram sobre cinco variedades de trigo duro durante germinación y crecimiento inicial. En cámara a 28°C, se sembraron 60 semillas por bandeja de las variedades Facón, Quillén, Cariló, Galpón y Charito. En la base de cada bandeja se colocó papel humedecido con 40 ml de soluciones según los tratamientos: T1, control (agua); T2, 0,1 µM; T3, 1 µM; T4, 10 µM y T5, 100 µM de dicamba y picloram. Se evaluó porcentaje de germinación (PG) y longitud primera hoja (LFL) a los cinco días desde la siembra, efectuándose observaciones microscópicas sobre el material. El PG se estimuló con dosis bajas de dicamba y picloram (T2 y T3), sin detectarse diferencias entre variedades. La LFL manifestó comportamiento similar en todas las variedades tratadas con dicamba, hallándose hórmesis a dosis <100 µM, no obstante Charito mostró un estímulo mayor. Con picloram, todas las variedades, excepto Charito, tuvieron

hórmesis a 0,1 µM y manifestaron una disminución de LFL a dosis mayores. Galpón, Cariló y Quillén presentaron mayor sensibilidad a dosis más altas de picloram, y Facón mostró menor disminución del crecimiento plumular y LFL, siendo Charito menos sensible. Microscópicamente T1 indicó presencia de plúmula cónica, rodeada de hojas y primordios foliares, con coleoptilo liso. El ápice de las raíces presentó estructura normal con pubescencia escasa. Máximas dosis de picloram y dicamba provocaron ensanchamiento plumular, base del coleoptilo ondulado, inhibición de primordios foliares, raíces reducidas en longitud y cubiertas de pelos lanosos, evidenciando desorganización de tejidos.

**Palabras clave:** trigo candeal, dicamba, picloram, sensibilidad, fitotoxicidad.

## SUMMARY

Durum wheat shows less tolerance to herbicides compared to bread wheat, however there could be a differential behavior between varieties. Effects of dicamba and picloram were evaluated during the germination and initial growth



of seedlings of five commercial varieties of durum wheat (Bonaerense INTA (BI) Facón, BI Quillén, BI Cariló, BI Galpón and BI Charito). Sixty seeds of each material were cultivated in trays at 28°C, placing paper moistened with 40 ml of each active principle according to the following treatments (T): T1: distilled water; T2: 0.01 µM; T3: 0.1 µM; T4: 1 µM and T5: 10 µM. Germination percentage (PG) and First Leaf Length (LPH) were evaluated at 5 days from sowing, making microscopic observations. Low doses of dicamba and picloram (T2 and T3) stimulated PG, without detecting intra varietal differences. The LPH showed similar behavior in all the varieties treated with dicamba, finding hormesis at doses <100 µM. However, BI Charito showed a greater stimulus response compared to the rest of the materials. With picloram, all varieties, except BI Charito, responded similarly at doses <0.1 µM, showing a decrease in LPH at higher doses. BI Galpón, BI Cariló and BI Quillén were the varieties less tolerant to the highest dose of picloram, being Facón who showed lower sensitivity in feather growth and LPH comparing T1 and T5. The microscopic study revealed that under T4 and T5, with both herbicides, there was abnormal growth of the stem and root system, showing disorganization of the tissues that would explain the alterations manifested in the field in advanced stages.

**Key words:** durum wheat, dicamba, picloram, sensibility, phytotoxicity.

## INTRODUCCIÓN

El trigo duro (*Triticum durum* Desf., Poaceae) se cultiva en el sur de la provincia de Buenos Aires (Argentina), generando el 85% de la producción nacional y cubriendo el 5% de la superficie total para cultivos de invierno (Manso & Zamora, 2019). Aunque el trigo duro es una alternativa interesante con respecto al trigo pan, el manejo de malezas es significativamente diferente en ambos cultivos y constituye un impedimento para su total adopción. Además, existe mayor disponibilidad de información en todo el mundo sobre la aplicación de herbicidas en el trigo pan con respecto al trigo

duro (Delchev & Georgiev, 2015). Existen evidencias que indican que el trigo duro responde de manera diferente a los herbicidas post emergentes comparado con el trigo pan (Mc Mullan & Nalewaja, 1991; Soltani *et al.*, 2011). Asimismo, dentro de los posibles herbicidas utilizados en el trigo duro se ha detectado tolerancia diferencial entre cultivares (Lemerle *et al.*, 1981; López *et al.*, 2001).

Los herbicidas de uso frecuente en la post emergencia del trigo se agrupan por su modo de acción en auxínicos (2,4-D, MCPA, dicamba y picloram, principalmente), inhibidores de ALS (enzima aceto-lactato sintetasa), como metsulfuron, iodosulfuron – mesosulfuron, clorsulfuron, prosulfuron – triasulfuron y triazolopimidina, tal como pyroxulam, e inhibidores de la enzima acetil – CoA carboxilasa (fenoxaprop, pinoxaden, clodinafop, diclofop). Estos principios activos suelen mostrar una mayor fitotoxicidad en el trigo duro comparado con el trigo pan.

Resulta importante evaluar la tolerancia a herbicidas en las diferentes etapas de crecimiento, para determinar el momento correcto de aplicación y de esa manera evitar daños al cultivo de trigo. Los herbicidas dicamba y picloram, aplicados en etapas avanzadas de elongación del tallo reducen la altura de las plantas, provocando enrollamiento o epinastia de las hojas, dificultando la aparición de las espigas y reduciendo el número de granos formados (Leaden & Lozano, 1986; Martín *et al.*, 1989; Rinnella *et al.*, 2001). El 2,4-D puede provocar malformaciones en hojas y espigas y reducciones en el número de espigas por planta dependiendo del tiempo de aplicación (Tottman, 1976, 1977, 1978; Smit & Jobert, 1977; Leaden & Lozano, 1986; Martín *et al.*, 1989).

Sin embargo, la fitotoxicidad resultante puede verse afectada por numerosos factores interrelacionados, como las condiciones ambientales imperantes, la dosis de aplicación, la etapa de crecimiento, el tipo de herbicida y las características intrínsecas del cultivar (Brascesco & Temporelli, 1983; Orr *et al.*, 1996; Leaden & Lozano, 2001; Crooks *et al.*, 2004). Leaden y colaboradores (2007)

# INNOVEMOS A TODO TERRENO.



**SOJA Y MAÍZ**

**BUENAS PRÁCTICAS**

**SOLUCIONES HERBICIDAS**

---

Hace más de 15 años que en Corteva trabajamos en la investigación y desarrollo de una nueva red de soluciones, buscando una agricultura más consciente y sostenible para cuidar tu cultivo, el medioambiente y a la comunidad.



evaluaron en Balcarce la respuesta de diferentes mezclas de DE-750 (aminopyralid) con metsulfuron o 2,4-D, en el rendimiento de trigo Baguette 10, determinando que los efectos observados serían el resultado de interacciones entre las condiciones ambientales y el tiempo de aplicación. Estos autores señalan que un exceso de precipitación después de la aplicación y temperaturas del aire superiores a lo normal durante el llenado del grano aumentan el daño al cultivo con herbicidas aplicados en la última etapa de crecimiento (Leaden *et al.*, 2007).

Como resultado de un experimento de campo realizado en la Chacra Experimental Barrow (Tres Arroyos, Buenos Aires) con trigo duro, la variedad BI Facón demostró ser la más sensible a los herbicidas metsulfuron, terbuthryn, carfentrazone y diflufenican, causando niveles de daño foliar entre 20 y 40% (Yannicari *et al.*, 2017). Experiencias realizadas en la EEA INTA Bordenave (Argentina) referidas al uso de herbicidas hormonales en mezcla con sulfonilureas, informaron daños de fitotoxicidad entre 20 y 30% en las variedades más sensibles 10 días luego de efectuadas las aplicaciones (López *et al.*, 2001).

Pardo y González (2019), realizaron pruebas de germinación y crecimiento inicial de plántulas en cinco variedades de trigo duro sometiendo las semillas a diferentes dosis de pinoxaden, iodossulfuron-mesosulfuron+metsulfuron, pyroxsulam, flucarbazone, dicamba y picloram. Estos autores informaron que todas las variedades presentaron mayor sensibilidad al crecimiento de la primera hoja con respecto al poder germinativo frente a las distintas dosis de herbicidas evaluados, observando respuesta diferencial de las variedades.

En función de los antecedentes mencionados, en este trabajo se evaluó la sensibilidad de cinco variedades comerciales de trigo duro en pruebas de germinación y crecimiento inicial de plántulas frente a los herbicidas hormonales, dicamba y picloram registrados para su uso en las etapas iniciales del ciclo del cultivo de trigo. La detección de respuestas diferenciales intra-específicas

permitirá obtener evidencias que adviertan de la existencia de sensibilidad diferencial a dichos principios activos y, por lo tanto, establecer bases de estrategias de manejo tendientes a minimizar los riesgos de fitotoxicidad en el cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en una cámara de crecimiento ubicada en el Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE- CONICET), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP) durante los años 2018-2019.

El porcentaje de germinación y crecimiento inicial de plántulas se comparó en diferentes dosis de dicamba y picloram aplicadas a cinco variedades comerciales de trigo duro. Las variedades fueron: Bonaerense INTA (BI) Facón, BI Quillén y BI Cariló, que son ampliamente cultivadas en la región SE de la provincia de Buenos Aires, y BI Galpón y BI Charito, cultivares inscriptos en 2019 en el Programa de Mejoramiento de la Chacra Experimental Integrada Barrow (Ministerio de Desarrollo Agrario – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria).

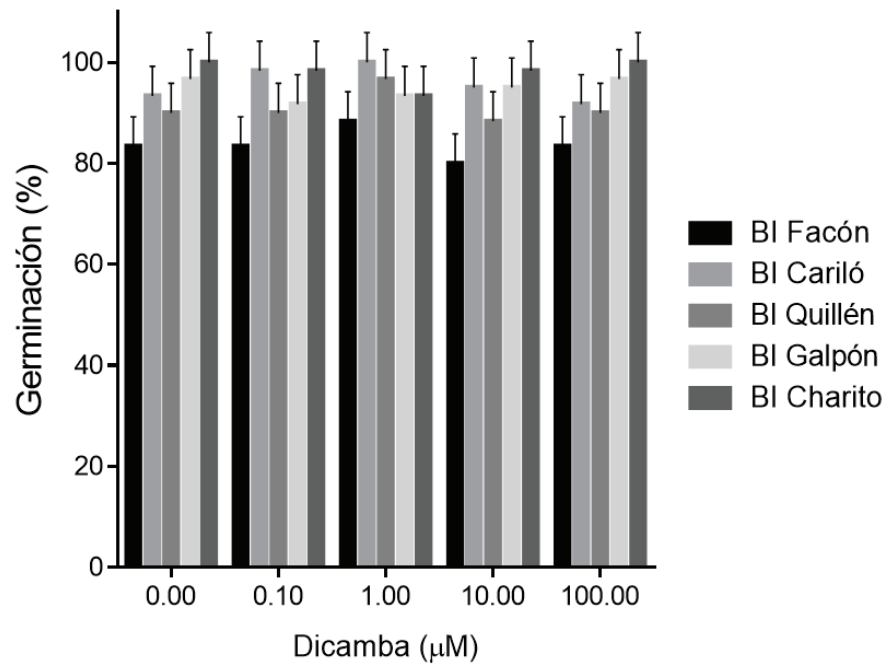
Los herbicidas aplicados y sus principales características se describen a continuación:

Dicamba es un herbicida auxínico, de la familia del ácido benzoico utilizado para el control de malezas dicotiledóneas en post emergencia de cereales y barbechos químicos. Su acción está asociada a un desequilibrio hormonal, desregulando genes que afectan diferentes procesos fisiológicos (Grossman, 2010). Tiene una residualidad media y a menudo se aplica en una mezcla con inhibidores de ALS como metsulfuron o prosulfuron – triasulfuron (CASAFE, 2017).

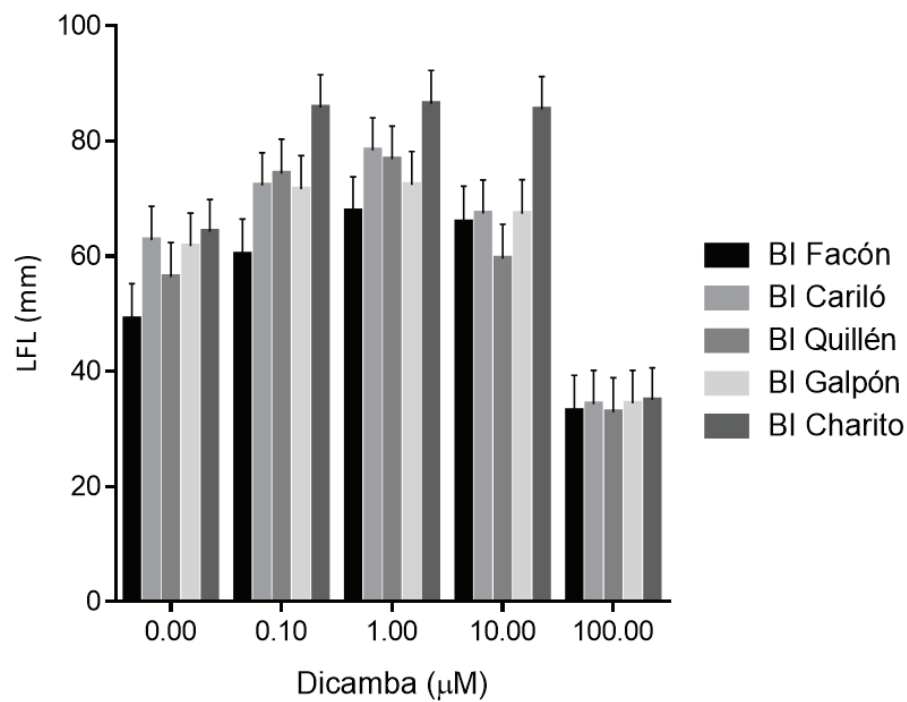
Picloram es un herbicida auxínico perteneciente a la familia del ácido picolínico, utilizado para el control de determinadas dicotiledóneas en cultivos de gramíneas. Se utiliza frecuentemente en mezcla con inhibidores de ALS (metsulfuron) o con otros herbicidas auxínicos (2,4-D) con los que muestra sinergia (CASAFE, 2017).

Se colocaron 60 semillas de cada cultivar





**Figura 1.** Porcentaje de germinación de trigo duro sometido a diferentes dosis de dicamba. Se presentan los valores promedio y las barras de dispersión indican el intervalo de confianza (95%).



**Figura 2.** Longitud de la primera hoja (LFL) de trigo duro sometido a diferentes dosis de dicamba a 5 días desde la siembra (DDS). Se presentan los valores promedio y las barras de dispersión indican el intervalo de confianza (95%).

en bandejas de germinación de plástico de 30 por 20 cm de capacidad, con tapa. En su base se colocó un papel de filtro absorbente embebido con 40 mL de dicamba (57,8% p/v Banvel®, Syngenta Arg.) o picloram (27,7% Tordon ® 24K, Corteva AgriscienzeArg.) según los siguientes tratamientos:

**Tratamiento 1 (T1):** agua destilada (control),

**Tratamiento 2 (T2):** 0,1  $\mu\text{M}$ ,

**Tratamiento 3 (T3):** 1  $\mu\text{M}$ ,

**Tratamiento 4 (T4):** 10  $\mu\text{M}$ ,

**Tratamiento 5 (T5):** 100  $\mu\text{M}$ .

Ambos herbicidas se utilizaron en las concentraciones mencionadas.

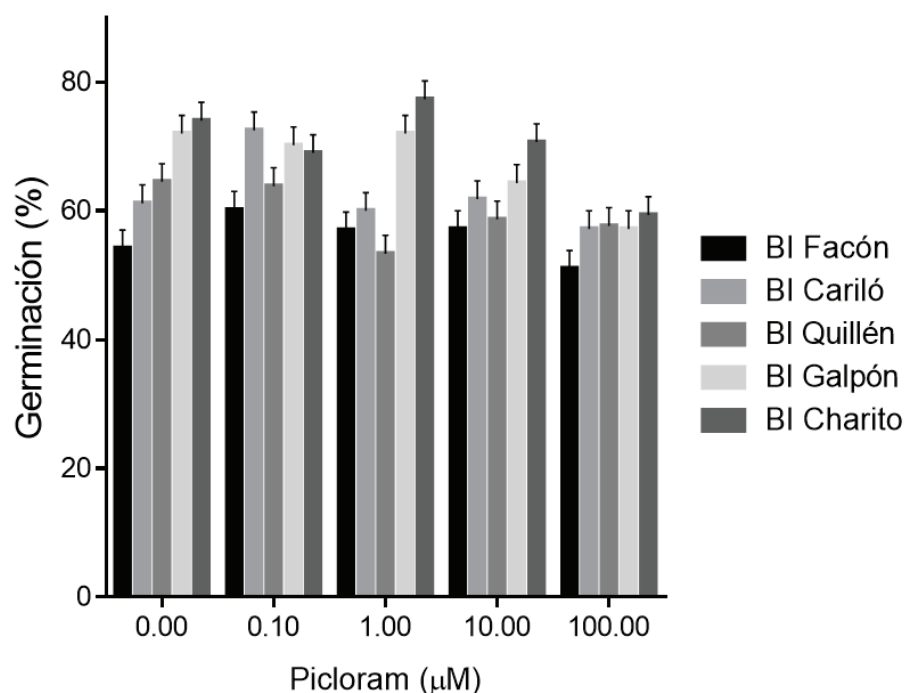
Inmediatamente después de la siembra, se colocaron las bandejas en una cámara de crecimiento a 28 °C con un fotoperíodo de 12 h expuestos a 200  $\mu\text{moles}$  de fotones  $\text{m}^{-2}$   $\text{seg}^{-1}$ . Se determinaron las siguientes variables:

**Porcentaje de germinación (PG):** número de semillas germinadas con respecto al total, a los 5 días desde la siembra (DDS) e incubación. Se consideró “semilla germinada” aquella cuya radícula superó 1 mm de longitud.

**Longitud de la primera hoja (LFL):** determinada a cinco DDS, en el total de las plántulas obtenidas por variedad y tratamiento. Dicho parámetro se evaluó utilizando una cinta milimétrica.

Hacia el final del experimento, a los cinco DDS, el material se colocó en recipientes de plástico conteniendo una solución de formol - ácido acético - alcohol etílico al 70% (FAA) para su conservación y posterior análisis microscópico.

**Estudio cualitativo de las plántulas por microscopía:** Las partes constitutivas de las plántulas, formadas por el sistema radical (raíces adventicias), y el sistema caulinar (coleoptilo y plúmula), se analizaron en el material correspondiente a T1 (control), T4



**Figura 3.** Porcentaje de germinación de trigo duro sometido a diferentes dosis de picloram. Se presentan los valores promedio y las barras de dispersión indican el intervalo de confianza (95%).

# La historia se repite.

Calidad italiana que llegó para mejorar nuestros cultivos.



CALIDAD  
EUROPEA

[www.sipcam.com.ar](http://www.sipcam.com.ar)

Redes sociales:   

*Cultivamos crecimiento*



**SIPCAM**  
ARGENTINA

(10  $\mu\text{M}$  picloram) y T5 (100  $\mu\text{M}$  dicamba y 100  $\mu\text{M}$  picloram). Se seleccionaron dichos materiales mencionados para analizar los efectos de las dosis más elevadas aplicadas y comparar con las plántulas control. Las zonas mencionadas se examinaron con microscopio estereoscópico Bausch & Lomb y se fotografiaron a 40X. Para el estudio anatómico se efectuaron cortes longitudinales a mano alzada. Algunas muestras se analizaron en su forma natural y otras fueron previamente decoloradas con una solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 50%, posteriormente lavadas tres veces con agua destilada y teñidas con una solución alcohólica de safranina al 80%. Los cortes se montaron en gelatina - glicerina sobre portaobjetos de vidrio y se sellaron con esmalte de uñas transparente. Las muestras obtenidas se analizaron con un microscopio óptico Nikon Eclipse E200 LED y se tomaron las fotografías utilizando el software Micrometrics SE Premium.

**Análisis estadístico:** Se analizó el porcentaje de germinación y la longitud de la primera hoja (LFL) en forma individual para

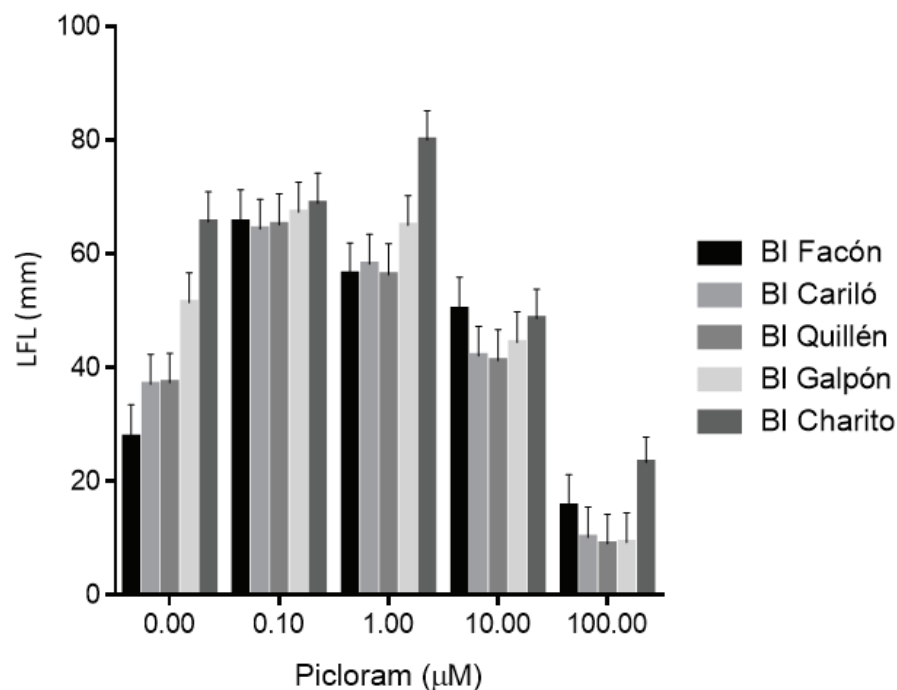
cada herbicida. Los datos se sometieron a un análisis factorial de varianza donde se determinó el efecto de la dosis del herbicida aplicado sobre cada cultivar. Las medias se compararon mediante la prueba de Fisher ( $p \leq 0,05$ ). Para ello se utilizó el programa InfoStat® versión 2017.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Dicamba

Al considerar el efecto de dicamba sobre el porcentaje de germinación, más allá de un estímulo en la respuesta de la variable considerada cuando se sometieron las semillas a las dosis más bajas de herbicida, los materiales evaluados no mostraron diferencias significativas entre ellos en respuesta a las diferentes dosis de dicamba (Figura 1).

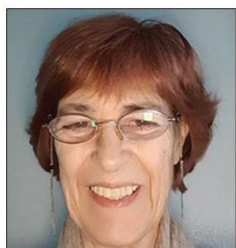
Todas las variedades presentaron un comportamiento similar en cuanto a la longitud promedio de la primera hoja, encontrando una respuesta de hórmesis a la dosis de dicamba  $\leq 100 \mu\text{M}$ . En este sentido, BI Charito fue el que mostró un mayor estímulo relativo en respuesta al herbicida. Sin embargo,



**Figura 4.** Longitud de la primera hoja (LFL) de trigo duro sometido a diferentes dosis de picloram a 5 días desde la siembra (DDS). Se presentan los valores promedio y las barras de dispersión indican el intervalo de confianza (95%).



Alejandra Victoria Carbone



Ana María Arambarri



Marcos Yannicari



Adelina Larsen



Francisco Pardo



Carlos A. González

Autores del trabajo

a la dosis máxima utilizada, los materiales no mostraron diferencias significativas entre ellos (Figura 2).

La inhibición del crecimiento de las raíces se observó en todas las variedades evaluadas frente a la dosis más elevada. Esto se atribuye a que cada órgano vegetal presenta una sensibilidad diferencial a las auxinas, siendo las raíces los órganos más sensibles con respecto a las yemas y los tallos (Azcón-Bieto & Talón, 2008). Se registró la proliferación de tejidos indiferenciados, formando “callos” en la zona del nudo cotiledonar, con aumento del número de raíces y reducción del crecimiento longitudinal de las raíces a dosis  $\geq 10 \mu\text{M}$ .

Otro síntoma observado en todas las variedades estudiadas fue la mayor longitud del coleoptilo con respecto a la primera hoja verdadera. Estas malformaciones están asociadas al mecanismo de acción hormonal que presenta este herbicida (Grossman, 2010).

### Picloram

Al igual que con el dicamba, el porcentaje de germinación promedio de las variedades tratadas no mostró sensibilidad al picloram más allá de las respuestas de estímulo a ciertas dosis (Figura 3).

La respuesta al estímulo también se reflejó en el crecimiento plumular, las variedades BI Facón, BI Cariló, BI Quillén y BI Galpón

incrementaron la longitud media de la primera hoja a  $0,1 \mu\text{M}$  con respecto al testigo sin herbicida. Mientras tanto, la variedad BI Charito mostró hórmesis a dosis de picloram de  $1 \mu\text{M}$ , donde la respuesta de crecimiento plumular fue significativamente mayor a la advertida bajo el tratamiento sin herbicida ( $0 \mu\text{M}$ ) (Figura 4).

Todas las variedades, excepto BI Charito, se comportaron de manera similar a partir de  $0,1 \mu\text{M}$  inclusive, mostrando una disminución en la longitud de la primera hoja a medida que aumenta la concentración. BI Charito mostró inhibición del crecimiento de la plúmula a  $\geq 10 \mu\text{M}$ . La variedad que manifestó mayor sensibilidad fue BI Galpón, seguida de BI Cariló y BI Quillén, mientras que BI Facón mostró la menor disminución en la longitud de la plúmula y primera hoja comparando el control y la dosis más alta evaluada. De manera similar a lo reportado en los tratamientos con dicamba, se observó inhibición del crecimiento en longitud de la raíz en el tratamiento de 10 y  $100 \mu\text{M}$  para todas las variedades evaluadas. En estos tratamientos se observó la formación de un elevado número de raíces anormales en la zona del nudo cotiledonar, e incluso en la base del coleoptilo. Asimismo, se observó en todas las variedades que el crecimiento en longitud del coleoptilo fue mayor, estando estas malformaciones asociadas al mecanismo de acción hormonal que presenta este herbicida (Grossman, 2010).

## ESTUDIO MICROSCÓPICO

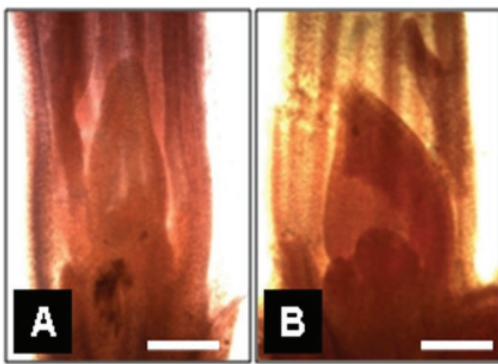
### Dicamba

En el material control (T1) las plántulas exhibieron una plúmula cónica alargada, con la primera hoja y primordios foliares bien desarrollados (Figura 5A). El coleoptilo presentó forma cilíndrica con su parte basal lisa y se contabilizaron de 5 a 10 raíces delgadas y alargadas, cada una de ellas con estructura normal y pubescencia limitada a la zona pilífera (Figuras 6A y B, 7A).

En el material proveniente de T5, se observaron plántulas con la plúmula corta y ensanchada, con la primera hoja débilmente desarrollada con poco o ningún crecimiento de los primordios foliares (Figura 5 B). El coleoptilo mostró un crecimiento desigual con su parte basal dilatada y ondulada (Figura 6 C y D). El sistema radical adventicio presentó un desarrollo totalmente desorganizado, formando raíces cortas, frecuentemente fusionadas y cubiertas de pubescencia lanosa (Figuras 6 C y D y 7 B y C).

Asimismo, se encontró una proliferación de tejido anormal a nivel del nudo cotiledonar o mesocótilo, con un elevado número de raíces que incluso surgen de la vena media del coleoptilo (Figura 7 D).

### Picloram

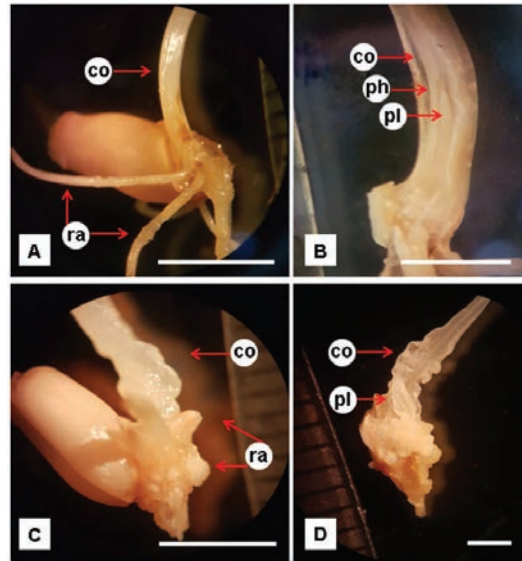


**Figura 5.** Imágenes de la plúmula. **A**= T1, plúmula cónica alargada rodeada de hojas desarrolladas y primordios foliares. **B**= T5, plúmula corta y ensanchada, con la primera hoja débilmente desarrollada y poco hasta nulo crecimiento de los primordios foliares. Escalas: 300µm.

En las plántulas provenientes de T4 se observó un crecimiento reducido de la plúmula y el coleoptilo, presentando las raíces una pubescencia densa y lanosa (Figura 7 B). En las plántulas correspondientes a T5, la desorganización del crecimiento fue igual o mayor a la informada para dicamba, ya que la plúmula casi no mostró desarrollo de los primordios foliares (Figura 6 D).

La información obtenida permite conocer el comportamiento de diferentes variedades comerciales de trigo duro frente a herbicidas selectivos utilizados en el cultivo de trigo pan y cebada. Es importante relevar la respuesta del trigo duro en la germinación y etapas iniciales de crecimiento con el fin de implementar diferentes estrategias de manejo de malezas sin causar efectos fitotóxicos en el cultivo.

Se sugiere realizar pruebas experimentales en condiciones naturales de campo para poder trasladar esta información que permita prever el comportamiento de las variedades



**Figura 6.** Imágenes de raíces, plúmula, primera hoja y coleoptilo. **A, B**= T1, muestran coleoptilo liso, primera hoja, plúmula cónica alargada y raíces normales. **C, D**= T5, muestra la parte basal del coleoptilo dilatado y ondulado; plúmula corta y ensanchada con inhibición de la primera hoja y de los primordios foliares, y proliferación de tejido a nivel del nudo cotiledonar con la formación de numerosas y muy reducidas raíces. Leyendas: co= coleoptilo; ph= primer hoja; pl= plúmula; ra= raíces. Escalas: A, C: 5 mm; B, D: 2 mm.

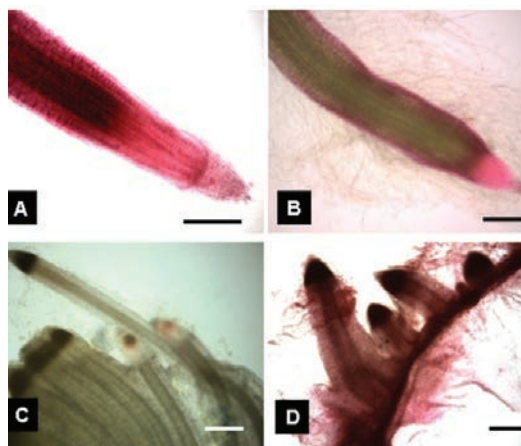
de trigo duro ante diferentes dosis de herbicidas considerando la interacción suelo-herbicida-semilla.

## CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos, se concluyó que las diferentes variedades de trigo duro presentaron mayor sensibilidad en la longitud media de la primera hoja con respecto al porcentaje de la germinación, al ser sometidas a las diferentes dosis de los herbicidas hormonales evaluados.

Ambos herbicidas auxínicos presentaron un patrón de comportamiento similar en términos de crecimiento de plúmula y de la primera hoja, incrementándose con las concentraciones medias y disminuyendo con las dosis máximas.

Las dosis más elevadas mostraron una evidente alteración de la división de los tejidos meristemáticos, afectando el normal crecimiento de las raíces. «



**Figura 7.** Imágenes de raíces. **A**, raíz normal. **B**, raíz anormal cubierta por pubescencia lanosa. **C**, **D**= raíces anormales. **C**, raíces adventicias con un desarrollo totalmente desorganizado, formado por raíces cortas, frecuentemente fusionadas y cubiertas por pubescencia lanosa. **D**, raíces anormales originadas en la vena media del coleoptilo. Escalas: A: 300 µm; B-D: 500 µm.

## Bibliografía

- AZCON BIETO J & TALÓN M (2008) Capítulo 19 Auxinas. Echeverría M, Bravo J & Bañón Arnao M. Pp: 377-398. En: Fundamentos de Fisiología Vegetal. (Ed. McGraw-Hill-Interamericana), 2nd, 377-398. España.
- BRASESCO JA & TEMPORELLI DE (1983) Posibles efectos fitotóxicos de herbicidas sobre nuevos cultivares de trigo del INTA. Actas de la IX Reunión Argentina sobre la maleza y su control, Tomo 2: 131-169.
- CASAFE (2017) Manual Fitosanitario. <https://www.manualfitosanitario.com/>. Último acceso: 20 julio 2021.
- CROOKS HYORK AC & JORDAN DL (2004) Wheat tolerance to AE F130060 00 plus AE F115008 00 affected by time of application and rate of the safener AE F107982. *Weed Technol.* 18: 841-845.
- DELICHEV G & GEORGIEV M (2015) Achievements and problems in the weed control in common wheat (*Triticum aestivum* L.) and durum wheat (*Triticum durum* Desf). *Agricultural Science and Technology* 7(3): 281-286.
- GROSSMAN K (2010) Auxin herbicides: current status of mechanism and mode of action. *Pest Management Science* 66: 113-120.
- LEADEN MI & LOZANO CM (1986) Efecto de herbicidas hormonales aplicados en diferentes estados de crecimiento del trigo. Primer Congreso Nacional de Trigo, Tomo 4: 66-76.
- LEADEN MI & LOZANO CM (2001). Aplicación de herbicidas en cuatro estados de crecimiento de cultivares de trigo. Actas del V Congreso Nacional de Trigo y III Simposio Nacional de Cereales de siembra otoño invernal. Mesa de Ecofisiología y manejo del cultivo 7-8.
- LEADEN MI, LOZANO CM, MONTEERRUBIANESI MG & ABELLO EV (2007). Spring wheat tolerance to DE-750 applications at different growth stages. *Weed Technology* 21: 406-410.
- LEMERLE D HINKLEY R & FISHER J (1981) Tolerance of durum wheat varieties to post-emergence wild oat herbicides. In: Proceedings of the Sixth Australian Weeds (Ed. Wilson B & Starbuck J Editors) (13-18 September, Gold Coast City, Australia). 123-126. Conference Gold Coast City, Australia, 1.
- LÓPEZ R CATULLO J & ISTILART C (2001) Control de malezas. Trigo Candeal, manual técnico. Revista INTA. Ed. INTA. Chacra Experimental Integrada Barrow.
- MANSO L & ZAMORA M (2019) La superficie sembrada con cultivos de cosecha fina en la región de Barrow. Ruralnet. Conectando al campo. 26/09/2019. Disponible: <https://ruralnet.com.ar/la-superficie-sembrada-con-cultivos-de-cosecha-fina-en-la-region-de-barrow/>. Último acceso: septiembre 2019.

MARTIN DA MILLER S & ALLEY H (1989). Winter wheat (*Triticum aestivum*) response to herbicides applied at three growth stages. *Weed Technol.* 3: 90-94.

MC MULLAN P & NALEWAJA J (1991) Triallate absorption and metabolism in relationship to tolerance in wheat (*Triticum aestivum* and *Triticum durum*). *Canadian Journal of Plant Science* 71(4):1081-1088. <https://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.4141/cjps91-150#.XOvUQYhKjIU>. Último acceso: mayo 2019.

ORR JP CANEVARI M JACKSON L WENNIG R CARNER R & NISHIMOTO G (1996). Postemergence herbicides and application time affect wheat yields. *Calif. Agric.* 50: 32-36.

PARDO, F & GONZÁLEZ CA (2019). Comparación de la sensibilidad a herbicidas de cinco variedades de trigo candeal (*Triticum durum*). Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Tesis defendida el 31 de octubre de 2019. Disponible: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/84603/Documento\\_completo.pdf-PDFA1b.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/84603/Documento_completo.pdf-PDFA1b.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

RINELLA MJ KELLS JJ & WARD R (2001). Response of 'Wakefield' winter wheat (*Triticum aestivum*) to dicamba. *Weed Technol.* 15: 523-529.

SMIT HA & JOBERT J (1977). Die ontleding van Blaargetal en growipunt ontwikkeling van verskillende koringcultivars om die korrrkte stadia van on knuid doberbespuiting vas testel. *Gewasproksie. Crop Prod.* 1: 61-65.

SOLTANI N SHROPSHIRE C & SIKKEMA P (2011) Sensitivity of durum wheat (*Triticum turgidum*) to various postemergence herbicides. *Agricultural Sciences* 2: 451-456. <http://file.scirp.org/Html/8601.html>.

TOTTMAN DR (1976). Spray timing and the identification of cereal growth stages. *Proc. 1976 British Crop Prot. Conf. Weeds* 24: 791-799.

TOTTMAN DR (1977). A comparison of the tolerance by winter wheat of herbicide mixtures containing dicamba and 2,3,6-TBA, or ioxynil. *Weed Res.* 17: 273-282.

TOTTMAN DR (1978). The effects of a dicamba herbicide mixture on the grain yield components of winter wheat. *Weed Res.* 18: 335-339.

YANNICCARI M, LARSEN A & ISTILART C (2017) Evaluación de herbicidas post emergentes en variedades de trigo candeal. Actualización Técnica de cultivos de cosecha fina 2016/17, INTA - CEI Barrow, p: 105-107.

## Soja Enlist E3® Sistema de Control de Malezas.

Fundamentos y ventajas del uso de la tecnología en cultivos de soja de 2da

**Rafael Frene**

Equipo Agronomía Corteva Agriscience Argentina S.A.

*Citar como: Frene R (2021) Soja Enlist E3® Sistema de Control de Malezas. Fundamentos y ventajas del uso de la tecnología en cultivos de soja de 2da. Malezas 6, 16-25.*





## RESUMEN

La siembra de soja de segunda inmediatamente luego de la cosecha del cultivo invernal sin demoras por aplicaciones herbicidas que provean un buen control, pero sin riesgos de fitotoxicidad al cultivo, representa hoy un desafío debido a la alta presión de especies resistentes tales como *Conyza sumatrensis* (rama negra) y *Amaranthus hybridus* (yuyo colorado). En este esquema de rotación de doble cultivo, las variedades de soja Enlist E3<sup>®</sup> proveen una robusta tolerancia a los herbicidas 2,4-D colina (Enlist Collex-D<sup>®</sup>), glifosato y glufosinato de amonio. De este modo, se dispone de una tecnología que permite una amplia y flexible ventana de aplicación de estos herbicidas dentro del ciclo del cultivo. Uno de los mayores beneficios del uso de soja Enlist<sup>®</sup> en este escenario es la eficiencia lograda en la fecha de siembra de segunda y a su vez controlar eficazmente las malezas. El impacto negativo en el rendimiento por cada día de atraso de la fecha de siembra llega a 40 a 50 kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> de demora. La tecnología Enlist<sup>®</sup> en soja ofrece amplia flexibilidad en la ventana de aplicación y eficacia en el control de rama negra y yuyo colorado desde pre-emergencia hasta post emergencia inclusive. La estrategia de doble golpe usando 2,4-D colina + glifosato seguido por una aplicación de glufosinato dan una solución para el control de *Conyza* spp aún en post emergencia de la soja Enlist<sup>®</sup>. Asimismo, aplicaciones de 2,4-D colina en mezcla con glufosinato ó glifosato permiten excelentes controles en *Amaranthus* sp., pudiendo controlar los flujos de emergencia aun cuando los herbicidas residuales fallen por falta de lluvias oportunas. Con el uso de variedades de soja Enlist<sup>®</sup> se podrá maximizar el rendimiento potencial de cada ambiente como resultado de una siembra sin demoras sumado a un manejo eficiente de malezas de los programas del sistema Enlist<sup>®</sup>.

**Palabras claves:** soja, fecha de siembra, control de malezas resistentes, sistema Enlist<sup>®</sup>

## SUMMARY

Soybeans planted immediately after the winter crop harvest without delays related to herbicide applications that provide good control, but without risks of phytotoxicity to the crop represents a challenge today due to the high pressure of resistant weeds such as *Conyza sumatrensis* (fleabane) and *Amaranthus hybridus* (smooth amaranth). Into the double crop rotation scheme, Enlist E3<sup>®</sup> soybean varieties provide robust tolerance to the herbicides 2,4-D choline (Enlist Collex-D<sup>®</sup>), glyphosate and glufosinate ammonium. In this way, a technology is available that allows a wide and flexible window of application of these herbicides within the crop cycle, allowing high control levels to be achieved. One of the greatest benefits of using Enlist<sup>®</sup> soybeans in this scenario is the efficiency achieved at the planting date and in turn effectively controlling weeds. The negative impact on yield per day of delay of the sowing date currently reaches 40 to 50 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> of delay. Enlist<sup>®</sup> technology in soybeans offers wide flexibility in the application window and efficiency in the control of and from pre-emergence to post-emergence inclusive. The double knock-down strategy using 2,4-D choline + glyphosate followed by an application of glufosinate gives a solution for the control of fleabane even in post-emergence of Enlist<sup>®</sup> soybeans. Applications of 2,4-D choline mixed with glufosinate or glyphosate allow excellent controls in smooth amaranth, and emergency flows can be controlled even when residual herbicides fail due to lack of timely rains. With the use of Enlist<sup>®</sup> soybean varieties, the potential yield of each environment can be maximized because of a planting without delays added to an efficient weed management of the Enlist<sup>®</sup> system programs.

**Key words:** soybeans, planting date, resistant weeds control, Enlist<sup>®</sup> system.

## ENLIST E3<sup>®</sup>: COMPONENTES DEL SISTEMA

El sistema de control de malezas Enlist<sup>®</sup> está basado en un programa integral de control que combina tres componentes y permite controlar malezas en forma efectiva y

de manera sostenible. Dichos componentes son: el “trait” (ó evento biotecnológico), las soluciones herbicidas y el programa de buenas prácticas agrícolas denominado Enlist Protect®.

El evento en soja Enlist E3® (DAS-68416-4) provee una robusta tolerancia a los herbicidas 2,4-D colina, glifosato y glufosinato de amonio.

La solución herbicida 2,4-D colina, Enlist Colex-D® (456 g e.a L<sup>-1</sup> SL) ofrece una novedosa formulación de 2,4-D sal colina con tecnología Colex-D®. Esta tecnología reduce la volatilidad a valores casi nulos y minimiza la deriva física por gota a valores de hasta un 90% respecto a una formulación tradicional de 2,4-D DMA.

El tercer componente, Enlist Protect® es una propuesta enfocada tanto en colaborar con los productores para que obtengan los mejores resultados del sistema Enlist®, como en proteger la tecnología hacia el futuro. Representa una herramienta de gestión de la tecnología, que describe las recomendaciones de etiqueta, la gestión responsable del sistema y el uso de las mejores prácticas que lo ayudarán a:

- Realizar aplicaciones seguras en sus cultivos y evitando pulverizar fuera del blanco explotando el potencial de la tecnología Colex-D®
- Seleccionar y usar herbicidas con diferentes sitios de acción dentro de un mismo ciclo de cultivo
- Prevenir procesos evolutivos de resis-

tencia en sus campos

## FUNDAMENTOS Y VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE CONTROL ENLIST E3® EN SOJA DE 2DA

Con el uso de variedades de soja Enlist E3® en siembras de 2da., realizadas inmediatamente luego de la cosecha del cultivo invernal antecesor (trigo, cebada, canola) se cuenta con una tecnología que ofrece tolerancia robusta a los herbicidas 2,4-D colina (Enlist Colex-D®), glifosato y glufosinato de amonio (Cuadro 1, adaptado de Frene *et al*, 2018). De este modo, la soja Enlist E3® en este esquema de rotación de doble cultivo, permite una amplia y flexible ventana de aplicación para el uso de estos herbicidas dentro del ciclo permitiendo alcanzar altos niveles de control de malezas y por lo tanto maximizar el potencial de rendimiento de las variedades utilizadas.

Dentro del esquema de rotación de cultivos más utilizados en la Argentina, el doble cultivo de trigo o cebada, seguido de soja de 2da, plantea siempre la disyuntiva entre alcanzar un control eficiente de malezas con cierto riesgo de fitotoxicidad para la soja, o demorar la fecha de siembra para evitar ese riesgo y/o disponer de los días necesarios para utilizar la estrategia de doble golpe. Por otro lado, en el cultivo de soja, la relación entre fecha de siembra y rendimiento resulta crítica a partir de fines de noviembre y se intensifica aún más la respuesta para siembras de diciembre en Pampa Húmeda, ya que cada día de retraso representa una pérdida significativa de rendimiento.

**Cuadro 1.** Fitotoxicidad (% visual) en soja Enlist E3. Región templada (Pergamino, Colón).

Suma ensayos que incluyen tratamientos de 2,4-D colina (14): campañas 2013-14 (3); 2014-15 (3); 2015-16 (8).  
Suma ensayos que incluyen tratamientos de glufosinato de amonio (11): campañas 2014-15 (3); 2015-16 (8) seasons.

| Tratamientos <sup>(1)</sup>      | Momento de aplicación | Dosis (gr e.a ha <sup>-1</sup> )       | Fitotoxicidad (% visual) <sup>(2)</sup> |        |        | Rendimiento <sup>(2) (3)</sup> |
|----------------------------------|-----------------------|--|---|--------|--------|--------------------------------|
|                                  |                       |  | 3 DDT <sup>(4)</sup>                    | 11 DDT | 18 DDT |                                |
| 2,4-D colina + Glifosato DMA     | V3                    | 1.140 + 1.140                          | 4.3 b                                   | 1.7 a  | 0.0 a  | 109 ns                         |
| 2,4-D colina + Glifosato DMA     | V3                    | 2.280 + 2.280                          | 13.2 c                                  | 7.3 b  | 2.8 ab | 99 ns                          |
| Glufosinato + AMS                | V3                    | 600 + 2% v/v                           | 3.1 b                                   | 0.0 a  | 0.0 a  | 101 ns                         |
| Glufosinato + AMS + 2,4-D colina | V3                    | 600 + 2% v/v + 1140                    | 4.0 b                                   | 1.6 a  | 0.0 a  | 103 ns                         |
| Untreated                        |                       |  | 0.0 a                                   | 0.0 a  | 0.0 a  | 100 ns                         |
|                                  |                       |  |   | 3 DDT  | 10 DDT |                                |
| 2,4-D colina + Glifosato DMA     | V3 seguido de V5      | 1.140 + 1.140 seguido de 1.140 + 1.140 |   | 10.3 b | 2.1 ab | 97 ns                          |
| 2,4-D colina + Glifosato DMA     | V3 seguido de V5      | 2.280 + 2.280 seguido de 2.280 + 2.280 |   | 18.7 c | 9.3 c  | 101 ns                         |
| Testigo sin tratar               |                       |  |   | 0.0 a  | 0.0 a  | 100 ns                         |

(1) Tipo y concentración de las formulaciones utilizadas: 2,4-D colina (Enlist Colex-D®: 456 gr e.a/L SL); glifosato DMA (Panzer Gold® 480 gr e.a/L SL); glufosinato de amonio (Lifeline® 280 gr e.a/L); AMS (Complex® 40% sulfato de amonio)

(2) Medias dentro de cada columna con letras diferentes representan diferencias significativas de acuerdo a Tukey HSD at P ≤ 0.05

(3) Rendimiento convertido a % relativo respecto a un testigo lateral apareado sin tratar.

(4) DDT: días después del tratamiento



Los rendimientos en soja caen a razón de 40-50 k día<sup>-1</sup> al retrasar la fecha de siembra a partir de una ventana óptima (Murgio *et al.*, 2015; Baigorri *et al.*, 2009; Egli & Cornelius, 2009) (Figuras 1 a y b). La necesidad de implantar rápidamente la soja de segunda hace que no se cuente en la generalidad de los casos con la ventana de tiempo suficiente para utilizar herbicidas como 2,4-D, necesarios para controlar especies resistentes como rama negra (*Conyza* spp.), yuyo colorado (*Amaranthus* spp.) y nabolza (*Brassica napa*) ó tolerantes como flor de Santa Lucía (*Commelina erecta*), enredaderas (*Ipomoea* spp.), lecherón (*Euphorbia dentata*), etc.

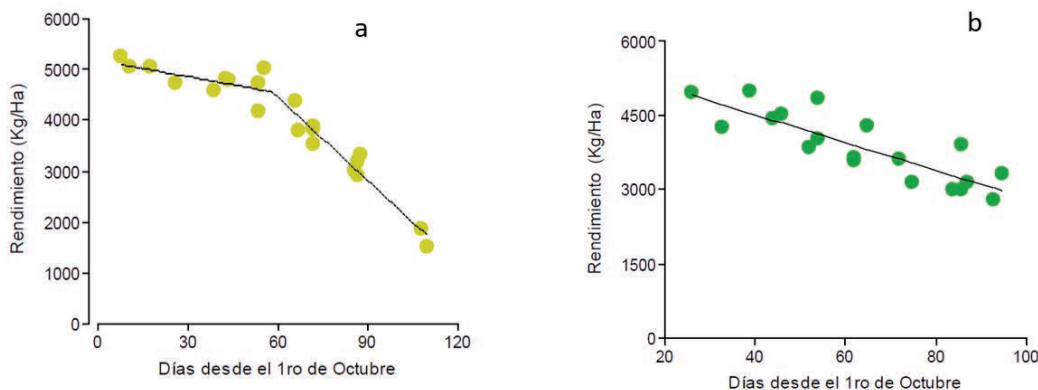
**El programa de control de malezas Enlist E3<sup>®</sup> combina una serie de alternativas para dar solución a cada una de las problemáticas de malezas en soja, tanto malezas resistentes como tolerantes o de difícil control.**

Asimismo, la estrategia de doble golpe, muchas veces necesaria en situaciones de alta presión de rama negra y gramíneas anuales, exige demorar la siembra al menos siete días desde cosecha para lograr una implantación libre de malezas. De otro modo se enfrentarán en post emergencia situaciones de difícil control, muchas veces los mismos deficitarios, y con mayores costos por hectárea.

La tecnología Enlist<sup>®</sup> y sus variedades Enlist E3<sup>®</sup> abren en este sentido una gran oportunidad para utilizar herbicidas como 2,4-D colina (Enlist Colex-D<sup>®</sup>) y glufosinato de amonio, pudiendo utilizarse tanto desde la pre siembra, preemergencia como así también en estadios de post emergencia de la soja de 2da. De este modo, se logra sembrar sin demoras luego de la cosecha, alcanzando alta eficacia en el control de malezas y sin riesgos de fitotoxicidad. Como consecuencia, la eficiencia en la fecha de siembra lograda en combinación con un control eficaz de malezas permitirá maximizar los rindes para cada cultivar y ambiente en este esquema de doble cultivo.

#### **USO DE LOS PROGRAMAS DE CONTROL ENLIST E3<sup>®</sup> EN SOJA DE 2DA**

El programa de control de malezas Enlist E3<sup>®</sup> combina una serie de alternativas para



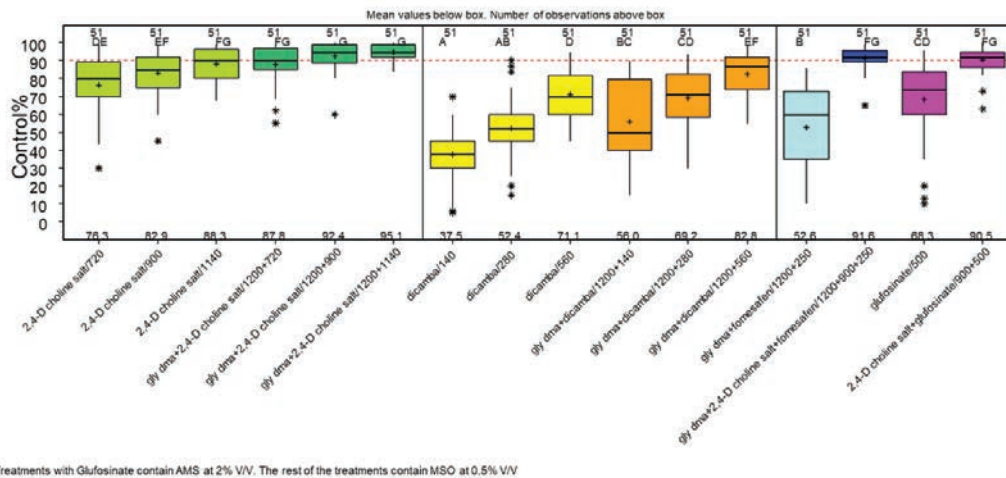
**Figura 1.** Relación entre rendimiento y fecha de siembra expresada como días a partir de 1° octubre para a) grupos de madurez IV largo y b) V. Fuente: Murgio *et al.*, 2015.

dar solución a cada una de las problemáticas de malezas en soja, tanto malezas resistentes como tolerantes o de difícil control. Asimismo, significa una base sólida y sostenible para aquellas especies que aún no han desarrollado resistencia y donde la diversidad química que propone el sistema permitirá preservar los herbicidas y programas de control que aún hoy son efectivos.

Estos programas tienen un eje central que se basa en la utilización de herbicidas residua-

les o de pre siembra según la problemática de la maleza, con modos de acción diferente a los que se utilizarán fundamentalmente en post emergencia, tales como 2,4-D colina (Enlist Colex-D®) y glufosinato de amonio. Esta diversidad química permitiría usar diferentes modos de acción a lo largo del ciclo sobre la misma especie, permitiendo controles efectivos y minimizando el riesgo potencial de iniciar procesos evolutivos de resistencia que ocurren cuando se utilizan herbicidas con uno o pocos sitios de acción





**Figura 2.** Control visual 28 días después de la aplicación de *Amaranthus hybridus* EPSPs+ALS resistente en Argentina: Dosis respuesta de 2,4-D colina (Enlist Colex-D®) y mezclas de tanque con glufosinato de amonio. Fuente: Frene *et al.*, 2016.

en alta intensidad y frecuencia.

Con el uso de germoplasma elite de soja desarrollado con tecnología Enlist E3® se obtendrá el mayor beneficio y éxito en el manejo de malezas con los herbicidas 2,4-D colina (Enlist Colex-D®) y glufosinato de amonio, utilizados NO en forma única y repetitiva, sino como parte de un enfoque de programa de control. Respetar estos programas significará una mejora en el control de malezas resistentes y tolerantes. Esto permitirá maximizar el potencial de rendimiento de la genética aplicada en cada ambiente minimizando la interacción maleza-cultivo y por ende su impacto negativo por competencia.

### PROGRAMA DE CONTROL DE MALEZAS DE SOJA ENLIST E3®:

1. Aplicación en pre siembra ó preemergencia: Herbicidas residuales (PPO + acetamidas para *Amaranthus* spp.; acetamidas + ALS para gramíneas anuales; auxínicos (Arylex®) para *Conyza* spp.)
2. Seguimiento de los herbicidas previo a la siembra, realizar aplicaciones únicas ó secuenciales de 2,4-D colina (Enlist Colex-D®)\* a dosis de 1,5 a 2,5 L ha<sup>-1</sup> en mezcla con glufosinato de amonio 2 L\* ó glifosato DMA\* 2 L para el control de latifoliadas. En caso de necesi-

dad de controlar gramíneas utilizar en post emergencia herbicidas de tipo FOP (haloxyfop) ó DIM (cletodim). No se recomienda la mezcla de tanque de 2,4-D colina con herbicidas de tipo FOP ó DIM. En tal caso, realizar primero la aplicación del graminicida, y 48 hs posteriores la aplicación de 2,4-D colina (Enlist Colex-D®).

\*Tipo y concentración de las formulaciones mencionadas: 2,4-D colina (Enlist Colex-D® 456 gr e.a. L SL<sup>-1</sup>); Glufosinato de amonio (Lifeline® 280 gr i.a. L SL<sup>-1</sup>); glifosato DMA (Panzer Gold® 480 gr e.a. L SL<sup>-1</sup>).

### VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA DE SOJA ENLIST E3® EN SIEMBRAS DE 2DA

#### Flexibilidad de aplicación:

1. 2,4-D colina (Enlist Colex-D®) en mezcla con glifosato puede aplicarse en soja Enlist E3® desde preemergencia y hasta el estadio R2/R3 (hasta un máximo de 3 aplicaciones por ciclo: 1 en pre siembra ó preemergencia, seguido de hasta 2 aplicaciones en post emergencia separadas por 14 días una de otra).
2. Glufosinato de amonio en mezcla con 2,4-D colina (Enlist Colex-D®) pue-

de aplicarse en soja Enlist E3® en pre siembra ó premergencia, y en post emergencia desde el estadio V2 a V4 (hasta un máximo de dos aplicaciones secuenciales en post emergencia separadas por 14 días una de otra).

#### Certeza en el control de malezas:

La mezcla de los herbicidas 2,4-D colina (Enlist Colex-D®) (2 L ha<sup>-1</sup>) + glufosinato (2 L ha<sup>-1</sup>) ofrece múltiples sitios de acción trabajando juntos para controlar malezas resistentes. De este modo se maximiza el valor de la tecnología Enlist E3®, permitiendo controles efectivos en malezas latifoliadas resistentes tales como *Amaranthus hybridus*, *A. palmeri*, *Conyza* spp, *Brassica* spp, ó especies de difícil control como *Commelina erecta*, *Ipomoea* spp, *Euphorbia* spp., etc. Se recomienda realizar siempre esta mezcla con adición de aceite metilado a razón de 0,5 a 0,75 %v/v.

#### 1. Recomendaciones para el uso correcto de glufosinato de amonio en los

**programas de soja Enlist®:** Para el control de *Amaranthus hybridus* (yuyo colado), *Commelina* spp. (Flor de Santa Lucía), *Brassica napus* (nabozza) se lo recomienda ser utilizado siempre en mezcla con 2,4-D colina (Enlist Colex-D®), nunca solo (ver Figura 2). En el caso de *Conyza* spp (rama negra) los mejores resultados se obtienen utilizando la estrategia de doble golpe descrita más adelante en punto 3.

Glufosinato de amonio es un herbicida que muestra alta compatibilidad en mezclas de tanque con 2,4-D colina (Enlist Colex-D®), otorgando alta eficacia en malezas claves como las mencionadas en el punto anterior, siendo selectivo en post emergencia en variedades de soja Enlist E3®. Se trata de un producto de acción virtualmente de contacto (muy baja acción sistémica), por lo cual exige un volumen mínimo de aplicación de 80 - 90 l ha<sup>-1</sup> para expresar su potencial. Debe aplicarse sobre malezas pequeñas y bajo condiciones



**Figura 2.** Estrategia de doble golpe en post emergencia en soja Enlist E3® para el control de *Conyza sumatrensis* (rama negra). Secuencia de aplicaciones: estado soja V1: glifosato DMA (Panzer Gold) 2,5 L + 2,4-D colina (Enlist Colex-D®) 2 L; seguido de 7 días más tarde (estado soja V2) glufosinato de amonio (Lifeline®) 2 L (testigo sin tratar sobre la derecha de la parcela). Fuente: R. Frene, Pergamino 2020.

ambientales de alta radiación y temperatura (rango ideal 20 a 30 °C), y buenas condiciones de humedad edáfica. Aplicaciones de este herbicida en días nublados y de baja temperatura afectan su performance.

2. **Aplicaciones en post emergencia de 2,4-D colina (Enlist Colex-D®) 2 L ha<sup>-1</sup> + glufosinato 2 L ha<sup>-1</sup> ó 2,4-D colina (Enlist Colex-D®) 2 L ha<sup>-1</sup> + glifosato DMA 2 L ha<sup>-1</sup>** son una solución en situaciones de alta presión en especies con múltiples flujos de emergencia como *Amaranthus* spp, y en particular en presencia de escapes por nuevos nacimientos cuando los herbicidas residuales no fueron incorporados eficazmente por falta de lluvias oportunas. (Figura 2. Frene *et al.*, 2016). Asimismo, se puede realizar la triple mezclas de tanque de 2,4-D colina (Enlist Colex-D®) 2 L ha<sup>-1</sup> + Glufosinato 2 L ha<sup>-1</sup> + glifosato DMA 2 L ha<sup>-1</sup>. Esta práctica permite extender el control a especies

controladas por glifosato, y muestra excelente performance en aplicaciones para control de nabolza resistente.

1. **Uso de la estrategia de doble golpe en post emergencia en soja Enlist E3®:** Otro valor de la tecnología Enlist E3® para el manejo de malezas en post emergencia del cultivo es la tolerancia a Enlist Colex-D® desde V0 y hasta R2/R3, y a glufosinato desde estadios V0 y hasta V4. Este atributo permite utilizar la estrategia de doble golpe dentro del cultivo, combinando una primera aplicación de glifosato + Enlist Colex-D® seguido en forma secuencial 7 a 10 días posteriores por glufosinato de amonio en el caso de malezas latifoliadas como *Conyza* spp (Foto 1), *Borreria* spp., *Commelina* spp. La misma estrategia orientada a gramíneas resistentes puede ser utilizada con la aplicación secuencial de haloxyfop ó cletodim seguido de glufosinato de amonio 7 a 10 días más tarde. «



## Bibliografía

BAIGORRI H E J, TRONFI E, VALDEZ M, VECCHIO D, FERNÁNDEZ REUTER H & HERNÁNDEZ L (2009). Análisis conjunto de la red tester de soja: Campañas 2005/6, 2006/7 y 2007/8. En: Red tester de soja. Campaña 2007/08. Aceitera General Deheza.

EGLI DB & CORNELIUS P L (2009) A regional analysis of the response of soybean yield to planting date. *Agronomy Journal* 101: 330-335

FRENE R, RAVOTTI M, SERAFINI L (2016) Glyphosate-resistant *Amaranthus hybridus* biotypes in Argentina: 2,4-D choline vs. Dicamba DMA dose response in postemergence applications. XXX Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2016.

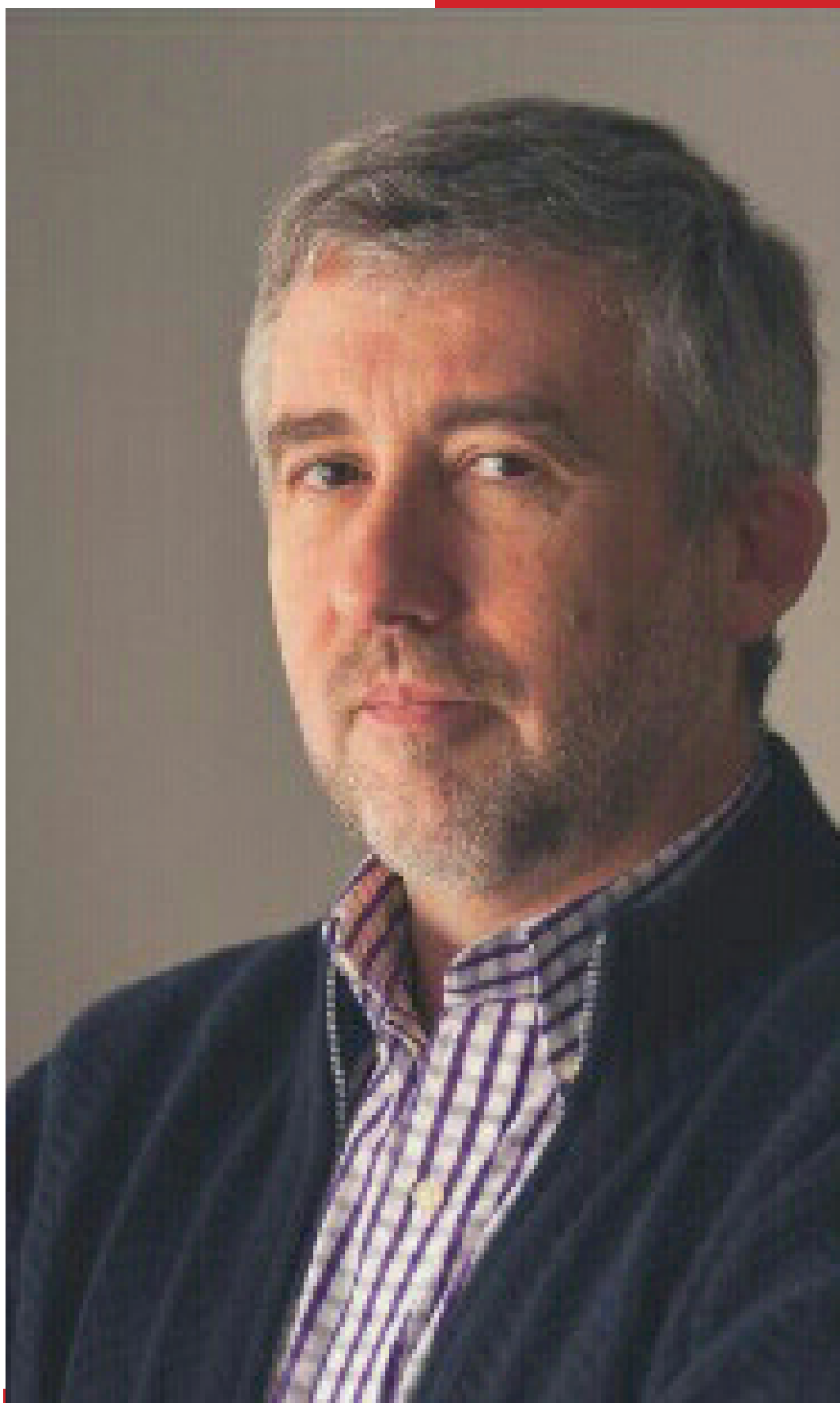
FRENE R, SIMPSON DM, VALVERDE PP (2018) Enlist E3™ Soybean sensitivity and Enlist™ herbicide-based program control of sumatran fleabane (*Conyza sumatrensis*). *Weed Technol.* doi: 10.1017/wet.2018.29

MURGIO M, FUENTES F, LENZI L, SOLDINI D & SALINES L (2015). Reducción del rendimiento en función del retraso de la fecha de siembra. INTA Marcos Juárez

™ © SM Marcas comerciales y marcas de servicio de Corteva Agriscience y sus compañías afiliadas. El evento de soja transgénica en la soja Enlist E3® es desarrollado y propiedad conjunta de Corteva Agriscience, LLC y M.S. Technologies, L.L.C.

El Sistema de Control de Malezas Enlist® es propiedad de Corteva Agriscience, LLC, y ha sido desarrollado por esta misma compañía.

— ENTREVISTA PROF. MG. ALDO SERGIO SARACCO





## | **Prof.Mg. Aldo Sergio Saracco**

**P**rof. Mg. Aldo Sergio Saracco. Médico, Jefe Departamento Toxicología, Ministerio Salud – Mendoza, Director Observatorio de Salud Pública y Problemáticas de Consumo, UNCuyo. Profesor Titular Cátedra Toxicología y Asociado Cátedra Urgencias FCM-UM, Profesor Titular Cátedra Química Toxicológica y Legal, FFyB-UJAM, Prof. Adjunto Área Medicina Legal, FCM, UNCuyo, Presidente Asociación Toxicológica Argentina, Magister en Toxicología, Universidad de Sevilla, Especialista en Medicina Legal, Universidad Nacional de Cuyo.

En los últimos tiempos, en distintos países del mundo se incrementó la preocupación social con respecto al uso de agroquímicos en la producción de cultivos, particularmente en aquellos productos de consumo humano directo.

### **1-De acuerdo con su experiencia, en poblaciones rurales: ¿Predominan los casos de intoxicación crónica o aguda por uso de agroquímicos? ¿Hay algún sistema de producción que considere particularmente más riesgoso?**

Los agroquímicos son sustancias que son empleadas en gran escala a nivel mundial, situación a la que no escapa la Argentina, donde se observa un incremento sostenido en cuanto a su uso y con ello un aumento en la incidencia de casos de intoxicación, tanto agudas como crónicas, derivadas principalmente por el mal uso de estos productos o abuso respecto a la aplicación de los mismos.

Las cifras disponibles sobre casos de intoxicación por plaguicidas no reflejan la magnitud real de este problema. Esto se debe al consabido subregistro que existe en las estadísticas por intoxicaciones, sean agudas o crónicas, producto de un inadecuado registro de los datos a la hora de atender a estos pacientes. Principalmente, en zonas rurales (lugar donde los agricultores sufren mayoritariamente los efectos), atento a la escasez de recursos humanos en dichos lugares, su-

mado a la mayor carga laboral por problemas de salud que debe atender el personal sanitario en esas zonas alejadas, y sumado a falta de formación en toxicología para llegar a este tipo de diagnóstico.

Donde hay si escenarios de mayor riesgo es en la actividad hortícola, donde se dan situaciones que llevan a la presencia de distintos cuadros de intoxicación, sean por exposición directa a los plaguicidas (en el caso de los agricultores que los aplican), o por exposiciones indirectas (familiares del agricultor), en particular durante o después de la aplicación de estos productos químicos.

### **2-Entre los agroquímicos de uso más frecuente y según las estadísticas disponibles ¿Cuáles son los que presentan más riesgos de intoxicación?**

Sin dudas los agroquímicos de uso más frecuente que llevan a cuadros de intoxicación son los insecticidas, y dentro de ellos los compuestos organofosforados, ya que representan el mayor riesgo de gravedad aguda en los distintos casos de intoxicación.

### **3- ¿Podría describir brevemente los efectos más relevantes que se han registrado?**

Entre las manifestaciones clínicas informadas dentro de los efectos más importantes que registramos, la mayoría de los síntomas están relacionados con alteraciones neurológicas y de la piel. Dentro de las alteraciones neurológicas, puede mencionarse la presencia de cefalea, mareos, sudoración profusa y visión borrosa, que se relacionan habitualmente con el uso de plaguicidas organofosforados y carbamatos, mientras que las alteraciones en piel pueden desencadenarse con el empleo de cualquier plaguicida como herbicidas o fungicidas. Igualmente, las manifestaciones del sistema digestivo, como vómito, náuseas, dolor abdominal y diarrea, también se observan por acción sistémica de estos compuestos químicos.

Respecto a las alteraciones en piel, el efecto adverso más frecuente de observar son las dermatitis de contacto.

## Los periodos de carencia, cuando son respetados, son muy válidos, el hecho es que pocas veces son esperados por parte del productor.

La prevalencia reportada de síntomas en la población de agro aplicadores en la Argentina son:

47% irritación de piel y ojos.

40% dolor de cabeza.

35% cansancio.

28% nerviosismo o depresión

### **4-Considerando el glifosato, ¿Qué riesgo toxicológico real le atribuye?**

Los estudios en poblaciones humanas expuestas a agentes ambientales nocivos para la salud constituyen en la actualidad el objeto de numerosas investigaciones epidemiológicas y toxicológicas.

Partiendo del hecho que cualquier exposición a productos potencialmente peligrosos debe ser evitada en la medida de lo posible; no hay que desconocer que numerosos individuos por razones de su actividad se ven expuestos de manera directa a estos productos químicos, donde pueden ver incrementada la probabilidad de sufrir algún tipo de efecto no deseado para la salud.

Es en este contexto, el glifosato por su acción irritante directa afecta según la vía de exposición, tanto a piel como mucosas, dando lugar a distintas manifestaciones irritativas, al igual que en el tracto respiratorio, donde puede dar lugar a la presencia de irritación en vías aéreas superiores, y hasta cuadros de asma por su acción a nivel pulmonar, cuando es inhalado de manera directa. Efectos respiratorios que se pueden ver en los trabajadores expuestos a grandes cantidades del herbicida, por largo tiempo y

sin el uso adecuado de los equipos de protección personal.

Por otra parte, hay estudios experimentales en animales, que han mostrado que el glifosato puede causar efectos sobre el normal desarrollo del embrión (como bajo peso al nacer o problemas con el crecimiento de los huesos y órganos), situación que fue informada cuando los animales bajo estudio recibieron grandes cantidades de este herbicida.

Para terminar, existen distintas agencias y organizaciones internacionales que han revisado múltiples estudios y han hecho evaluaciones sobre el uso del glifosato y el cáncer. En este contexto, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) se ha expedido diciendo que es improbable (“not likely”) que el glifosato sea carcinógeno para los humanos, basada en la evidencia existente en animales y humanos. Mientras que, por su parte, la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasifica al glifosato como un agente probablemente carcinógeno para los humanos, definición que significa que habría evidencia suficiente de cáncer en los animales, pero una evidencia limitada de poder generar cáncer en los humanos.

### **5-Otro herbicida con cierto riesgo toxicológico es el paraquat, cuya prohibición se discutió en Brasil. ¿Cómo lo pondera en cuanto a su peligrosidad en el uso para la producción de cultivos hortícolas, donde se puede tomar mayor contacto con el producto?**

Es formulado siempre en solución acuosa. La dosis letal en humanos se estima en 10 a 15 ml de una solución al 20%. Este herbicida



se absorbe bien por vía oral, bien pero lentamente por piel y es discutida su absorción inhalatoria. Su acción tóxica se debe a su efecto corrosivo sobre piel y mucosas, donde puede ocasionar graves quemaduras, que en el caso de la piel favorecen su absorción. Una vez absorbido sufre un proceso de biotransformación, durante el cual se forman radicales libres. Estos inician un proceso de degradación oxidativa que involucra a los ácidos grasos poliinsaturados, componentes críticos de todas las membranas biológicas, llamado peroxidación de lípidos. Esta situación es lo que lleva a extremar los cuidados en cuanto a su aplicación y guarda.

**6-Frecuentemente se cuestiona el uso permitido de productos que están prohibidos en otros países del mundo. ¿Qué opinión le merece tal situación?**

Respecto a este tema considero que si distintos organismos de salud, reconocidos a nivel internacional, prohíben ciertos agroquímicos, esta decisión debe ser respetada previo análisis, por los organismos de los otros países, donde luego de una correcta evaluación de los expertos locales, se funde el criterio sobre el cual se toma la decisión a local.

**7. ¿Considera que la legislación vigente respecto a la utilización de agroquímicos es, en términos**

**generales, apropiada, suficiente o insuficiente? ¿Debería modificarse o incluirse algún aspecto regulatorio para el caso de uso de algún producto en particular? ¿Y su aplicación o cumplimiento?**

Toda norma es útil si se cumple, el hecho es que si no existe un control adecuado de su cumplimiento la misma se torna abstracta, por lo que se impone poder contar con organismos de control eficientes y provistos de los recursos necesarios y el presupuesto acorde para su función, que debe ser claramente establecida por ley.

**8. ¿Considera adecuados los requerimientos de períodos de carencia vigentes para los diferentes productos? ¿Podría cuantificar los casos de intoxicación por consumo de alimentos con residuos de agroquímicos que ha observado?**

Los periodos de carencia, cuando son respetados, son muy válidos, el hecho es que pocas veces son esperados por parte del productor. Esta realidad ve reflejada cuando se hacen controles en hortalizas para consumo, en las que se detecta la presencia de productos no registrados para uso en esas especies o con la presencia de valores por arriba de lo permitido, sin olvidar que la existencia de

estos químicos en alimentos, son una amenaza cierta para la salud de las personas que los consumen, por su potencial peligrosidad. O bien cuando se debe asistir casos de intoxicaciones agudas, por el consumo de hortalizas que han sido tratadas con insecticidas de acción sistémico momentos previo a la cosecha. Por ello, la recomendación, bajo el Principio de Precaución, es que no deberían existir residuos de agroquímicos en alimentos para consumo, situación que se logra con el estricto cumplimiento de los períodos de carencia establecidos a nivel internacional.

### **9. ¿Considera que hay algún aspecto regulatorio que debería modificarse o incluirse para el caso de uso de algún producto en particular?**

Antes de seguir regulando sobre papel, lo que necesitamos como sociedad es contar con organismos de control que tengan los recursos necesarios, equipos que permitan llevar adelante los análisis y determinaciones químicas requeridas para su función, y recursos humanos capacitados correctamente para llevar adelante la labor establecida, así como la toma de muestra periódica en los distintos puntos de distribución y venta. Con ello se podrían detectar las distintas situaciones de incumplimiento de la normas vigentes, y sancionar según corresponda.

### **10. Frecuentemente se escuchan en la opinión pública, críticas a los organismos genéticamente modificados. ¿Qué opinión le merecen los mismos desde el punto de vista toxicológico?**

Existe mucha confusión en torno a los riesgos de los OGM respecto a la inocuidad de los alimentos y el medio ambiente. Pero debemos saber que los órganos encargados de reglamentar el uso de estos alimentos basan sus normativas en firmes principios científicos, que es el único medio objetivo para poder establecer políticas, en un mundo donde existen diversas opiniones, valores e intereses.

Muchos creen que los transgénicos son malos para la salud y que dañan el ambiente,

creencias falsas y sin fundamento, pero esto sigue ocurriendo a pesar de la abrumadora evidencia científica que demuestra que los OGM son seguros como alimentos, y que traen beneficios ambientales al hacer que la agricultura sea más sostenible, con plantas, por ejemplo más resistentes a la sequías o a las enfermedades, que lleva a requerir menos recursos ambientales (como agua y fertilizante), o menos uso de plaguicidas.

### **11. ¿Cómo se podría mejorar la percepción de la sociedad sobre el uso de agroquímicos?**

El aumento de la población a nivel mundial genera la necesidad creciente de alimentos que, a su vez, presiona sobre la cada vez más escasa disponibilidad de tierras fértiles y con posibilidad de riego. Ecuación que lleva a decir que lograr un mayor rendimiento, es una de las pocas alternativas válidas para mantener la producción de alimentos que el mundo necesita. Las diversas plagas que afectan no solo la cantidad, sino también la calidad de la producción, pueden controlarse solo con el manejo adecuado e integrado de los cultivos y la biotecnología. Pero en ocasiones esto tampoco alcanza, por lo que debe sumarse el empleo de distintos agroquímicos. Es allí donde la información y la indicación de la mano de profesionales expertos se torna clave para brindar seguridad y tranquilidad a la sociedad, comunicando que se hace un uso responsable de estos compuestos y que, en ocasiones, son necesarios para el control plagas. Para ello se debe educar al soberano, haciendo saber que existen indicaciones precisas y un uso responsable de los agroquímicos, con lo cual se logra disminuir los riesgos de su uso, no debiendo olvidar que las responsabilidades en estos casos siempre deben ser compartidas por todos los sectores involucrados, para con ello mejorar la percepción de seguridad sobre la población. Por ello, no solo la industria y los proveedores deben estar presentes, sino también los usuarios y los organismos de control, que deben trabajar en forma coordinada para asegurar el fin mayor que es proteger la salud de las personas y el ambiente. «

# EL CAMPO EN SU MEJOR VERSIÓN

***SpeedAgro***  
*The Greener Standard*

[www.speedagro.com.ar](http://www.speedagro.com.ar)

# Evaluación de fitotoxicidad y eficacia del S-metolaclor y metolaclor aplicados como pre emergentes en el cultivo de soja

Pastore, M.; Maldonado, C.; Di Costanzo, M.P.; Bies, V.; Chiminelli, S.; Martínez, N.  
Nueva Agronomía SA.  
matias\_pastore@hotmail.com

Citar como: Pastore et al. (2021) Evaluación de eficacia y fitotoxicidad de S-metolaclor y metolaclor aplicados como pre emergentes en el cultivo de soja. *Malezas* 6, 30-35.

## RESUMEN

En los últimos años el avance de la resistencia de malezas ha sido notable. La presencia de *Amaranthus* spp se ha ido incrementando, provocando disminuciones de rendimiento. El productor ha comenzado a utilizar el principio activo metolachloro en sus dos versiones como herbicida pre emergente de acción sistémica y residual. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia y la selectividad de las siguientes dosis de S-metolachlor (1,3 l ha<sup>-1</sup>, 1,5 l ha<sup>-1</sup> y 2,1 l ha<sup>-1</sup>) y de metolachlor (1,5 l ha<sup>-1</sup> y 2 l ha<sup>-1</sup>) todos en mezcla con flumioxazin (0,15 l ha<sup>-1</sup>) en pre siembra del cultivo de soja. Se realizaron evaluaciones de selectividad en el cultivo (Escala EWRS), stand de plantas, % de control de *Amaranthus* spp y rendimiento del cultivo. No se observaron daños por selectividad ni diferencias significativas entre tratamientos en el stand de plantas. Se observaron diferencias significativas entre el testigo y los distintos tratamientos, para la cobertura de *Amaranthus* spp no así entre tratamientos químicos. El tratamiento testigo obtuvo el rendimiento más bajo. Los tratamientos flumioxazin 0,15 l ha<sup>-1</sup> + s-metolachlor 1,3 l ha<sup>-1</sup>; flumioxazin 0,15 l ha<sup>-1</sup>

+ s-metolachlor 1,5 l ha<sup>-1</sup> y flumioxazin 0,15 l ha<sup>-1</sup> + metolachlor 2 l ha<sup>-1</sup> tuvieron los valores de rendimiento más altos con diferencias significativas frente a los demás tratamientos.

**Palabras claves:** *Amaranthus*; selectividad; control.

## SUMMARY

In recent years the advance of herbicide weed resistance has been remarkable. The presence of *Amaranthus* spp increased, causing in yield reduction. Farmers has started to apply Metolachlor, as a pre-emergence herbicide with systemic and residual action. The objective of this study was to evaluate the efficacy and selectivity of the following doses of S-metolachlor (1.3 l ha<sup>-1</sup>, 1.5 l ha<sup>-1</sup> and 2.1 l ha<sup>-1</sup>) and metolachlor (1.5 l ha<sup>-1</sup> and 2 l ha<sup>-1</sup>) all mixed with flumioxazin (0.15 l ha<sup>-1</sup>) in pre-sowing of soybean crop. Selectivity at crop stage V2 (EWRS Scale), crop density, control efficacy of *Amaranthus* spp (%) and crop yield were assessed. No selectivity damage nor crop density differences between treatments were observed. Differences between untreated and treatments were observed for *Amaranthus* spp. cover but



not among chemical treatments. Untreated treatments presented the lowest yield. flumioxazin 0.15 l ha<sup>-1</sup> + S-metolachlor 1.3 l ha<sup>-1</sup>; flumioxazin 0.15 ha<sup>-1</sup> + S-metolachlor 1.5 l ha<sup>-1</sup> and flumioxazin 0.15 ha<sup>-1</sup> + metolachlor 2 l ha<sup>-1</sup> had the highest performance with a significant difference compared to the other treatments.

**Keywords:** *Amaranthus*; selectivity; control.

## INTRODUCCION

En los últimos años algunas de las especies que han alcanzado gran relevancia como consecuencia de la generación de resistencia, pertenecen al género *Amaranthus* provocando disminuciones de rendimiento del 23% sobre el cultivo de soja con una infestación de una planta por m<sup>2</sup> durante todo el ciclo del cultivo. También son importantes los problemas de cosecha que ocasiona, debido a su gran porte y grueso tallo leñoso, como ser rotura de cuchillas, aumento de pérdidas por la cola de la cosechadora y aumento de humedad en el grano. (REM-Aapresid, 2019).

El productor en vista a este avance de *Amaranthus* spp en lotes de soja, ha comenzado a utilizar el activo metolachloro en sus dos versiones como herbicida pre emergente de acción sistémica y residual. Este producto

**Cuadro 1.** Registro de precipitaciones del periodo octubre-abril, durante la campaña 2020-2021.

| Mes/Año        | Precipitaciones (mm) |
|----------------|----------------------|
| Octubre 2020   | 98                   |
| Noviembre 2020 | 45                   |
| Diciembre 2020 | 18                   |
| Enero 2021     | 52                   |
| Febrero 2021   | 47                   |
| Marzo 2021     | 30                   |
| Abril 2021     | 41                   |

actúa principalmente como inhibidor de la germinación de las malezas por su rápida penetración y por su acción sobre los tallos, penetra a través de coleóptilo e hipocótilo, inhibiendo la síntesis de ácidos de cadena larga, componentes de las ceras cuticulares.

La diferencia entre metolachloro y S-metolachloro se manifiesta en su isomería. El metolachloro posee dos isómeros S y R, en una proporción 50 y 50%, mientras que s-metolachloro tiene una proporción isomérica de 88% S y 12% R, aproximadamente.

Esto generó como pregunta si el S-metolachloro es más selectivo para el cultivo de soja y efectivo que la forma racémica de esta molécula.

## MATERIALES Y METODOS



**Testigo**





Cristian Maldonado



Matias Pastore



Norberto Martinez



Sebastian Chiminelli



Veronica Vies

El ensayo se llevó a cabo durante la campaña 2020-2021, en un lote de producción comercial ubicado en Cucha Cucha, Partido de Chacabuco (Bs As) (34°37'22.51" Lat.S, 60°23'31.09" Long.O).

El 13 de noviembre de 2020, se sembró la variedad DM 40R16 en siembra directa con una distancia entre hileras de 26 cm, antecesor soja, y fertilización a la siembra 60 kg<sup>-1</sup>

ha de Top phos (NPK 1-22/28-0 + S 5% + Ca17%).

Previo a la instalación del ensayo, se aplicó paraquat (2 l ha<sup>-1</sup>) para comenzar el cultivo con el lote libre de malezas. Posteriormente, el día 30 de octubre de 2020, se aplicaron los tratamientos químicos (cuadro 1) en pre siembra.

El diseño del ensayo fue en bloques comple-

**Cuadro 2.** Tratamientos evaluados en el cultivo de soja en la localidad de Chacabuco.

| Tratamiento | Principio Activo | Concentración g e.a. l <sup>-1</sup> | Dosis l ha <sup>-1</sup> |
|-------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 1 (testigo) |                  |                                      |                          |
| 2           | Flumioxazin      | 48                                   | 0,15                     |
|             | S-Metalocloro    | 96                                   | 1,3                      |
| 3           | Flumioxazin      | 48                                   | 0,15                     |
|             | S-Metalocloro    | 96                                   | 1,5                      |
| 4           | Flumioxazin      | 48                                   | 0,15                     |
|             | S-Metalocloro    | 96                                   | 2,1                      |
| 5           | Flumioxazin      | 48                                   | 0,15                     |
|             | Metalocloro      | 96                                   | 1,5                      |
| 6           | Flumioxazin      | 48                                   | 0,15                     |
|             | Metalocloro      | 96                                   | 2                        |

**Cuadro 3.** Efecto de la aplicación de herbicidas pre emergentes en el stand de plantas, grado de fitotoxicidad sobre el cultivo de soja, porcentaje de control de *Amaranthus* spp y rendimiento a cosecha en Chacabuco (Bs. As.).

| Tratamiento | Fitotoxicidad | Tratamiento                             |                                    | <i>Amaranthus</i> sp |             |
|-------------|---------------|---|------------------------------------|----------------------|-------------|
|             |               | Stand de plantas (pl. m <sup>-2</sup> ) | Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ) | Cobertura (%)        | Control (%) |
|             | V2            | V1                                      |                                    | 44 DDA               | 44 DDA      |
| 1           | 1             | 38,45 a                                 | 5230 a                             | 11,25 b              |             |
| 2           | 1             | 40,73 a                                 | 5576 b                             | 2,00 a               | 83,70 a     |
| 3           | 1             | 38,78 a                                 | 5551 b                             | 0,75 a               | 91,48 a     |
| 4           | 1             | 39,1 a                                  | 5474 ab                            | 0,63 a               | 91,48 a     |
| 5           | 1             | 40,55 a                                 | 5364 ab                            | 1,13 a               | 93,33 a     |
| 6           | 1             | 41,33 a                                 | 5616 b                             | 1,13 a               | 89,62 a     |

tos aleatorizados al azar con 4 repeticiones. Las unidades experimentales consistieron en parcelas de 3 m de ancho y 10 m de largo.

Las aplicaciones se realizaron con mochila manual de presión constante con CO<sub>2</sub>, con botalón provisto de 4 picos a 52 cm, pastillas de abanico plano TJ 110015 y una presión de trabajo de 3 bares, erogando un caudal de 80 l ha<sup>-1</sup>.

Las variables medidas fueron las siguientes:

**Stand de plantas:** número de pl. m<sup>-2</sup> emergidas en los dos surcos centrales de cada tra-



**Tratamiento Nro 2**

tamiento en el estado fenológico V1 (primer nudo) (Fehr y Caviness, 1977).

**Fitotoxicidad:** durante el estado fenológico V2 (segundo nudo) (Fehr y Caviness, 1977), se determinó de manera visual la **fitotoxicidad** mediante la escala EWRC (1964) del 1 al 9, donde 1 es ausencia de toxicidad y 9 es muerte de plantas.

**Control (%) *Amaranthus* spp:** se realizaron 2 evaluaciones a los 31 y 44 días de aplicación (DDA) mediante la observación visual de la cobertura de la maleza.

**Rendimiento:** este parámetro se evaluó a cosecha y se expresó en kg ha<sup>-1</sup>.

Los resultados se analizaron estadísticamente utilizando ANOVA y posteriormente el test de Fisher ( $\alpha=0,05$ ) para la comparación de medias, calculados mediante el software InfoStat versión 2011 (Di Rienzo et al., 2010).

Las precipitaciones ocurridas durante los meses en que se efectuó el ensayo pueden observarse en el Cuadro 1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observó una disminución en el stand de plantas (pl. m<sup>-2</sup>) de soja ni efectos fitotóxicos como causa de la aplicación en el periodo previo a la siembra del cultivo de soja. Los parámetros evaluados no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el testigo (Cuadro 2).

El control de *Amaranthus* spp expresado

## Ambos estéreos isómeros de metolaclopro tuvieron una performance similar en cuanto al control de la maleza y selectividad en soja.

como porcentaje de cobertura evaluado a los 44 DDA, no registró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados (Cuadro 3). A excepción del tratamiento 2 (150 cc flumioxazin + 1300 cc de S-metolaclopro), todos los tratamientos presentaron un porcentaje de control igual o superior al 90%. Por otra parte, tampoco se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de cobertura de *Amaranthus* spp entre tratamientos químicos, pero sí entre estos y el testigo.

El rendimiento más bajo se obtuvo en el tratamiento testigo. Los tratamientos 2 (flumioxazin 0,15 l + S-metolaclopro 1,3 l); 3 (flumioxazin 0,15 l + S-metolaclopro 1,5 l) y 6 (flumioxazin 0,15 l + metolaclopro 2 l) tuvieron los valores de rendimiento más altos

presentando diferencias estadísticamente significativas frente a los demás tratamientos (Cuadro 3).

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Fisher.

### CONCLUSIONES

Ambos estéreos isómeros de metolaclopro tuvieron una performance similar en cuanto al control de la maleza y selectividad en soja. Esto supone que ajustando la dosis de la forma racémica del metolaclopro podría obtenerse el mismo nivel de selectividad en el cultivo de soja y control de *Amaranthus* spp. con respecto al S- metolaclopro en las dosis evaluadas. «



### Bibliografía

DI RIENZO JA, CASANOVES F, BALZARINI MG, GONZALEZ L, TABLADA M & ROBLEDO CW (2010) InfoStat version 2010, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL (EWRC) (1964). Report of the 3rd and 4th meetings of EWRC, committee of Methods in weed research, Weed Research 4 (1),88.

FEHR WR & CAVINESS CE (1977). Stages of soybean development. Special Report 80. Iowa State University, Ames, Iowa. 6 p.

# Protocolos para la evaluación eficacia y selectividad de herbicidas pre y post emergentes

**Oliva, J.<sup>1</sup>; De la Vega, M.<sup>2</sup>; Cortes, E.<sup>3</sup>; Lanfranconi L.I.<sup>4</sup>; Remondino, L.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Protección Vegetal Universidad Católica de Córdoba <sup>2</sup>Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán, <sup>3</sup>Asesor Privado, <sup>4</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

1438539@ucc.edu.ar

---

*Citar como: Oliva et al. (2021) Protocolos para la evaluación eficacia y selectividad de herbicidas pre y post emergentes. Malezas 6, 36-49*



## RESUMEN

Los experimentos a campo representan un paso fundamental en el desarrollo de un herbicida. La última publicación argentina relacionada con el tema fue realizada en 1986 por el Ing. Agr. Salvador Chaila de la UNSE, en la ya discontinuada revista de la Asociación Argentina para el control de Malezas, ASAM. El propósito de este trabajo fue revisar las metodologías más frecuentes que hoy se utilizan en ensayos a campo para medir de eficacia y selectividad de herbicidas en cultivos extensivos en Argentina.

**Palabras clave:** fitotoxicidad, experimentos a campo, métodos cualitativos, métodos cuantitativos

## SUMMARY

Field experiments represent a fundamental step in the development of an herbicide. The last Argentine publication related to the subject was made in 1986 by Ing. Agr. Salvador Chaila of the UNSE, in the already discontinued magazine of ASAM. The aim of this work was to review the most frequent methodologies used today in field trials to measure the efficacy and selectivity of herbicides in extensive crops in Argentina.

**Key words:** phytotoxicity, field experiments, qualitative methods, quantitative methods

## INTRODUCCIÓN

En esta nota se vuelca el “Protocolo para la evaluación eficacia y selectividad de herbicidas pre y post emergentes” discutido y acordado en la reunión de la Comisión Directiva (CD) de la Asociación Argentina de Ciencia de las Malezas (ASACIM), 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.

Un propósito de este trabajo fue revisar las metodologías que hoy se utilizan en ensayos de eficacia de herbicidas en la Argentina, y la evaluación de selectividad/fitotoxicidad en ensayos realizados a campo. Este artículo no pretende revisar todos los métodos utilizados en otros países, ni mucho menos agotar el tema, se busca plasmar en un documento lo que hoy se realiza de manera

práctica en ensayos de campo en el país. La última publicación relacionada con el tema fue realizada por el Ing. Agr. Salvador Chaila de la UNSE, en la ya discontinuada revista de la Asociación Argentina para el control de Malezas, ASAM (Chaila, 1986).

La evaluación de los ensayos de herbicidas a campo tiene mucho de ciencia, pero también mucho de arte, es un conocimiento que se aprende haciendo, ensayando, ajustando “el ojo”, parcela por parcela, ensayo tras ensayo, año tras año. El otro objetivo de este documento fue sintetizar y compartir el protocolo de evaluación eficacia herbicidas pre y post emergentes, una práctica llevada a cabo por desarrollistas privados de empresas e incluso de instituciones oficiales, que consiste en la medición de la fitotoxicidad y la eficacia de herbicidas en experimentos a campo, bajo condiciones semi controladas.

Un experimento consiste en observar las reacciones de un cuerpo u objeto cuando se lo somete a ciertos fenómenos. Es importante ver las diferencias entre un observador que solamente registra, como es el caso de un meteorólogo, y un experimentador que altera uno o varios factores que rodean el objeto de estudio y registran la posible ocurrencia de reacciones. En particular, los ensayos de experimentación con herbicidas se pueden realizar tanto en laboratorio como en invernáculo o a campo. La escala de esta última opción se aproxima más a la realidad del medio agroecológico cuya influencia se quiere determinar. Los experimentos a campo representan un paso fundamental en el desarrollo de un plaguicida, ya que permiten corroborar los resultados obtenidos en laboratorio como así también obtener información adicional de cómo se comportará el herbicida al ser aplicado en el medio para el cuál fue destinado. En la realización de experimentos a campo se deben cumplir varios pasos en los cuáles se debe trabajar con el mayor cuidado y la máxima precisión posible. A su vez, la selección de los tratamientos más adecuados a cada condición debe ser fundamentada en información local, regional, o experiencias previas del propio investigador, para responder de manera correcta a los objetivos e hipótesis planteadas en cada ocasión. La utilización de métodos experimentales inadecuados puede llevar a conclusiones erróneas y, consecuentemente, a errores importantes en



**Figura 1.** Cultivo de maíz con daño evidente de herbicidas presentando la sintomatología típica de inhibidores de PPO (izquierda) y cultivo de soja, con sintomatología típica de acetanilidas (derecha). La flecha azul, indica el síntoma específico.



**Figura 2.** Fitotoxicidad producida por un herbicida inhibidor de ALS en soja



**Figura 3.** Fitotoxicidad producida por un herbicida inhibidor de PPO en cultivo de soja (izquierda) y maíz (derecha).

términos de selección de productos, dosis, momento y condiciones de aplicación.

La experimentación con plaguicidas consta de una serie de etapas que deben realizarse metódicamente. La planificación, el diseño experimental, la elección del sitio, la colecta de datos, el montado del ensayo, el chequeo del correcto funcionamiento del equipamiento y la calibración del instrumental son indispensables en la apropiada realización de un experimento. Sin embargo, el presente documento se referirá específicamente a la evaluación de los herbicidas en ensayos de campo.

En las evaluaciones dirigidas tanto al cultivo como a la maleza es indispensable una descripción precisa de lo que ocurre en condiciones de campo. A partir de estos datos el investigador puede emitir opiniones y /o conceptos se inferir sobre el desempeño del producto puesto a prueba. La evaluación consistirá en otorgar a cada tratamiento un valor numérico lo más objetivo posible. Una cita célebre del físico y matemático Sir William Thomson, Lord Kelvin (1892), decía: “Si podemos medir una cosa y si podemos expresarla en términos numéricos, comenzamos a saber algo de ella. Pero si no podemos medirla ni hablar de ella en términos numéricos, nuestro conocimiento es de naturaleza vaga e insatisfactoria”. En dicha cita se puede fundamentar la importancia de establecer las escalas de evaluación. Por otro lado, también se atribuye a Lord Kelvin la frase: “Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede

mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”.

Las evaluaciones pueden realizarse de forma cuantitativa determinando, por ejemplo, la altura, la cantidad de materia seca o fresca, la densidad y la productividad del cultivo. En cuanto a las malezas normalmente se evalúa la cantidad de materia seca o fresca, el porcentaje de cobertura de suelo y densidad poblacional. La ventaja de este método es la exactitud y la objetividad ya que el valor es otorgado por el instrumento de medición, pero tiene la desventaja de la lentitud de las evaluaciones.

Se ha observado que las evaluaciones visuales se utilizan cada vez más en ensayos que tienen como objetivo determinar la eficacia y/ o selectividad de un herbicida, aunque la exactitud del proceso depende del entrenamiento y de la experiencia previa del investigador y esta condición constituye la mayor limitación en cuanto a la calidad de los resultados obtenidos, que además pueden resultar sesgados por prejuicios sobre lo que se está evaluando.

En el caso de las estimaciones visuales es fundamental uniformar criterios, para obtener datos que puedan ser comparados por distintos investigadores.

A partir de las estimaciones cuantitativas y cualitativas, el investigador puede emitir una opinión o concepto sobre el desempeño del producto a prueba. Esa conclusión es válida en las condiciones en que fue realizado

**Cuadro 1.** Escala visual para la evaluación de selectividad de herbicidas en ensayos de campo. Cátedra de Protección Vegetal, Universidad Católica de Córdoba (UCC), 2011.

| Categoría     | Rango | Descripción  |
|---------------|-------|--|
| Daño leve     | 0     | Ningún efecto, apariencia similar al testigo   |
|               | 0.5   | Visible solamente con testigo a la par.  |
|               | 1     | Levemente visibles sin testigo a la par, sin incidencia en el rendimiento.                     |
|               | 1.5   | Síntomas claramente identificables, sin incidencia en el rendimiento                           |
|               | 2     | Síntomas muy notorios, el cultivo se recupera, pero puede tener pérdidas de rendimiento.       |
| Daño moderado | 2.5   | Daño medio, el cultivo se recupera, probable impacto en el rendimiento.                        |
|               | 3     | Daño medio a severo, pérdida de plantas completas, afectando efectivamente el rendimiento.     |
|               | 3.5   | Daño severo, pérdida significativa de plantas, disminución significativa del rendimiento.      |
| Daño severo   | 4     | Significativa muerte de las plantas, menos de 50% de plantas remanentes con síntomas marcados. |
|               | 4.5   | Menos de 30% de plantas remanentes, el resto con síntomas graves de fitotoxicidad.             |
| Muerte total  | 5     | Destrucción completa del cultivo.  |

el ensayo. Porcentajes similares de control de un herbicida en distintas localidades, puede significar un desempeño adecuado del principio activo evaluado en una localidad y en la otra no.

## MÉTODOS DE EVALUACIÓN

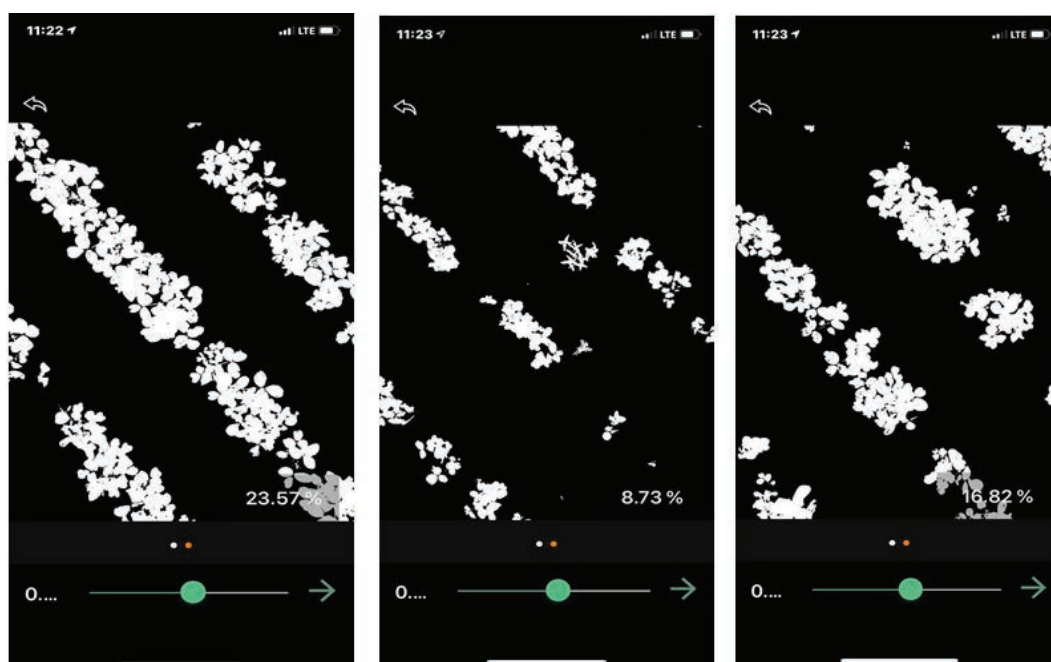
### 1. Ensayos de selectividad

En la ejecución de un protocolo de selectividad se busca conocer el impacto del herbicida sobre el normal desarrollo de un cultivo. Por lo tanto, para una evaluación fidedigna, no deberían estar presentes malezas que in-

terfieran con el impacto del herbicida sobre el cultivo.

Si el objetivo final del experimento es evaluar impacto del herbicida sobre rendimiento del cultivo, la presencia de malezas en el testigo impacta sobre el resultado de la cosecha impidiendo tener un parámetro real para cuantificar el efecto herbicida. Como conclusión, la elección del lote libre de malezas o la eliminación de estas durante la conducción son fundamentales.

La consecuencia de la selectividad es el efecto fitotóxico sobre el cultivo. En la eva-



**Figura 4.** Valoraciones de nivel de cobertura (%) en un cultivo de soja utilizando la herramienta CANOPEO, en este caso se evaluaba simulaciones de deriva de herbicidas.



**Figura 5.** Valoraciones con la herramienta CANOPEO, en un ensayo de selectividad en postemergencia en maíz, Santa Ana, Provincia de Córdoba 2021.





**Figura 6.** Ensayo evaluación de herbicidas residuales en el cultivo de maíz (izquierda) y en el cultivo de soja (derecha). Nótese el detalle de testigos apareados y absolutos.

luación de la fitotoxicidad la presencia de malezas puede enmascarar el efecto del herbicida sobre el desarrollo del cultivo, como así también dificultar las observaciones si las mismas sobrepasan la altura del cultivo.

Otro aspecto que debe considerarse es la similitud entre síntomas de fitotoxicidad asociadas a herbicidas y síntomas producidos por factores climáticos (heladas o sequía), daños de insectos o carencias nutricionales. Un ejemplo práctico de esta confusión suele ocurrir en suelos arenosos, donde la deficiencia de zinc en maíz puede confundirse con la sintomatología de “carryover” de fomesafen que, en ambos casos, generan clorosis internerval. Aquí el evaluador deberá tener la experiencia necesaria y el conocimiento del sitio y los tratamientos, para generar un dato correcto en su evaluación.

#### a. Método cualitativo

Existen diferentes escalas para medir síntomas de fitotoxicidad, una de las más utilizadas es la propuesta por la Sociedad Europea de las Malezas (“European Weed Research Society”, EWRS, 1966). Esta escala es globalmente aceptada, y se utiliza habitualmen-

te para publicaciones oficiales y/o con referato. El evaluador entrenado debe conocer a priori como son los síntomas característicos del mecanismo de acción del herbicida bajo estudio, no es lo mismo evaluar un inhibidor de PPO en gramíneas que un inhibidor de ácidos grasos de cadena larga en soja (Figura 1).

Muchas veces es más visible el efecto de quemado como daño por fitotoxicidad de los inhibidores de PPO, que la clorosis producida por herbicidas inhibidores de ALS, la cual solo es perceptible con la presencia de un testigo sin tratar (Figuras 2 y 3).

Síntomas de fitotoxicidad, como los que se observan en la Figura 3, no siempre están asociados a pérdidas de rendimiento. Tanto es así que el quemado de ciertas hojas no impacta en el rendimiento final del cultivo, a pesar de ser una condición poco aceptada por el productor. Por otra parte, los daños asociados a la clorosis muchas veces no son percibidos por el productor por estar todo el cultivo con el mismo aspecto. Sin embargo, estos daños a menudo pueden provocar una baja en el rendimiento. Usualmente esta condición es referida entre asesores y expe-

**En la actualidad, el método cuantitativo más utilizado es la herramienta Canopeo, que tiene como ventaja su rapidez y como desventaja su restricción para uso en ensayos de una sola especie de maleza y sin cultivo, de otra manera solo mide cobertura, pero no puede utilizarse la valoración como medida de eficacia.**

rimentadores como síntomas “sub clínicos”. Todo esto lleva a concluir que la evaluación de los daños producidos al cultivo por el herbicida debe realizarse no sólo mediante una evaluación visual sino también mediante la estimación de la biomasa producida por las plantas y/o el rendimiento del cultivo.

Una adaptación de la escala EWRS, es la propuesta por la Cátedra de Protección Vegetal de la UCC, en la que la valoración es de 0 a 5, adosando puntos intermedios y fracciones que permiten mejorar la precisión cuando el evaluador ya está entrenado. La fortaleza de esta escala está en la comparación con un testigo a la par (Cuadro 1).

#### b. Método cuantitativo

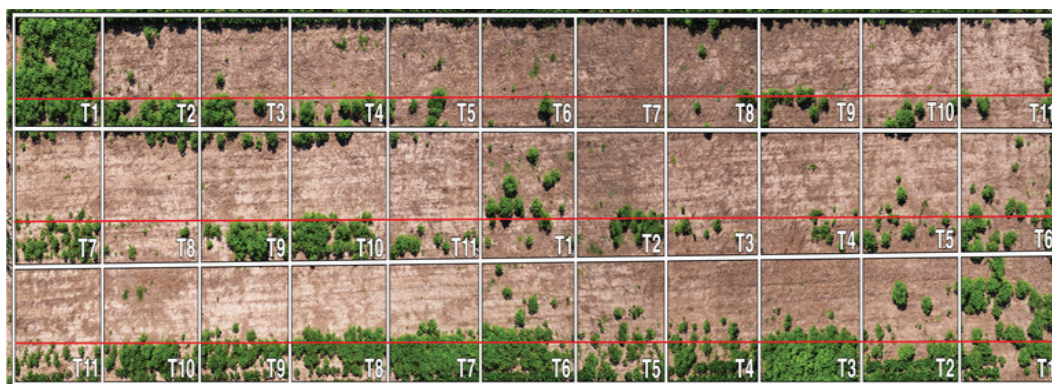
### RENDIMIENTO

Existen distintos grados de fitotoxicidad que pueden o no impactar en el rendimiento (Cuadro 2). Por otro lado, hay daños que aun

siendo notorios no provocan necesariamente una disminución del rendimiento. Por lo tanto, la complementación de la evaluación visual cualitativa con métodos cuantitativos es de suma importancia.

Para evaluar rendimiento por unidad de superficie es importante la homogeneidad del cultivo (número y distribución de plantas). Normalmente, en los cultivos de grano la unidad de muestreo es de 2 m<sup>2</sup> dentro de la parcela experimental que generalmente es de 8 a 10 m x 2,5 a 3 m según el equipo pulverizador. La cosecha debe realizarse siempre en los surcos centrales, descartando los bordes. En el caso de cultivo de papa se recogen los metros lineales de surco, equivalentes a los 2m<sup>2</sup>, se pesa el total de los tubérculos y se clasifica por tamaño, ya que la fracción de tubérculos pequeños (menor a 0,08 kg) se considera descarte desde el punto de vista comercial.

Si la evaluación se realiza en cultivos inten-



**Figura 7.** Ensayo de herbicidas residuales sobre una población de *Amaranthus hybridus*, se observa el tratamiento 1 como testigo absoluto y separados de una línea roja los testigos apareados.



**Figura 8.** Ensayo de post emergencia en *A. hybridus*, testigo absoluto (izquierda) y testigo apareado (derecha). Tomada a los 7 DDA.



**Figura 9.** Ensayos de barbecho químico en las malezas con tolerancia a glifosato *Spermacoce hassleri* E.L. Cabral & J. Florentin (izquierda) y *Stapfochloa elata* (Desv.) P.M. Peterson (derecha). Se observan en los tratamientos las malezas controladas en estado vegetativo y en sus bordes los testigos apareados..

sivos, toma relevancia el aspecto visual del producto. Si el herbicida provoca manchas, decoloración o malformación de las hojas o deformación de los frutos, aunque no hubiese pérdida de rendimiento habría que descartarlos en la selección del producto durante el empaque. Por lo tanto, en determinadas cultivos, la calidad del producto cosechable debe evaluarse como parte del proceso de investigación.

En determinadas situaciones, la medición

de biomasa es usual y de alto valor en la investigación de campo. Por ejemplo, es frecuente en evaluaciones de selectividad de pre emergentes o de “carryover” en cultivos de cobertura o servicio. En estas evaluaciones, es muy importante definir el momento para realizar la medición, ya que necesario que haya transcurrido tiempo suficiente para que los eventuales efectos de los herbicidas se noten. Por ejemplo, en evaluaciones de *Vicia villosa* en el área central de Córdoba,

**Cuadro 1.** Medición de eficacia propuesta por Chaila (1986).

| Categoría         | Rango   | Descripción  |
|-------------------|---------|--|
| Sin efecto        | 0       | <b>Sin control:</b> sin síntomas.  |
| Efectos leves     | 10 a 20 | <b>Control muy pobre:</b> síntomas muy leves no visibles si no hay testigo para comparar.  |
|                   | 20 a 30 | <b>Control pobre:</b> síntomas evidentes sin necesidad de testigos, pérdida de turgencia y disminución de crecimiento, disminución de floración (si la hay).                                   |
|                   | 30 a 40 | <b>Control pobre a deficiente:</b> síntomas evidentes, leve marchitamiento, clorosis, sumado a los síntomas anteriores   |
| Efectos moderados | 40 a 50 | <b>Control deficiente:</b> clorosis manifiesta, detención de crecimiento, muy poca floración (si la hay). No hay necrosis.   |
|                   | 50 a 60 | <b>Control deficiente a moderado:</b> Síntomas muy evidentes, deformación y/o clorosis más intensa en zonas de crecimiento, necrosis incipiente.   |
|                   | 60 a 70 | <b>Control moderado:</b> clorosis y marchitamiento, generalizados, necrosis hasta en el 20% del área verde de las plantas afectadas.   |
| Efectos severos   | 70 a 80 | <b>Control moderado:</b> necrosis de más del 20% de la planta y clorosis generalizada. Algunas plantas muertas.  |
|                   | 80 a 85 | <b>Control aceptable:</b> más del 40% de necrosis en plantas grandes, control total de plantas jóvenes y el resto de los tejidos con clorosis.   |
|                   | 85 a 90 | <b>Control bueno:</b> 50%-75% de plantas controladas al 100%. Plantas remanentes con síntomas altamente manifiestos, sumados a clorosis generalizada y hasta 50% de necrosis.                  |
|                   | 90 a 95 | <b>Control muy bueno:</b> 75%-90% de plantas controladas al 100%. Plantas remanentes con síntomas altamente manifiestos, clorosis generalizada y más de 50% de necrosis en tejidos remanentes. |
|                   | 95 a 99 | <b>Control excelente:</b> 90% o más de plantas con 100% de control, necrosis generalizada en las plantas remanentes, menos de 10% de tejido verde en la parcela.                               |
| Efecto completo   | 100     | <b>Control total:</b> necrosis de la totalidad de las plantas del área evaluada.   |



Autores del trabajo

el herbicida metsulfuron metil no provocó reducciones de crecimiento hasta los 100 días desde la aplicación, mientras que en el momento equivalente al secado del cultivo de servicio, la reducción en biomasa era evidente en comparación con el testigo.(Oliva, 2020).

### ALTURA DE PLANTAS

El uso de este parámetro no es frecuente, ya que la sintomatología debe ser muy evidente, para que sea un valor útil. Para su análisis se requiere un número de repeticiones elevado para poder captar el efecto real de un tratamiento. Se utiliza principalmente en ensayos en los que participan reguladores de crecimiento, inhibidores de ALS o algunos inhibidores del FSII, que impactan de manera clara en esta variable, el investigador deberá en función del diseño, cultivo y herbicida, determinar si este dato tiene sentido o no ser incluida en la evaluación

### ÍNDICE VERDOR: CANOPEO

Para evaluar este parámetro se recomienda la aplicación Canopeo que se puede utilizar desde el teléfono y permite medir de manera rápida y precisa un valor de Fracción Verde de la Canopia (FGCC)(Patrignani & Ochser, 2015). La misma permite realizar mu-

chas mediciones en poco tiempo logrando generar una interesante variable para quitar subjetividad a las observaciones (Figuras 4 y 5).

La toma de datos debe realizarse siempre a la misma altura. Arsenijevic *et al.* (2021) mencionan 1 m sobre el suelo en trabajos de selectividad en soja. Este método fue correlacionado con biomasa en alfalfa (Jáuregui *et al.*, 2019), con intercepción de luz en soja (Shepherd *et al.*, 2018), y con rendimiento en soja en trabajos de selectividad a metribuzin y sulfentrazone (Arsenijevic *et al.*, 2021).

### 2. Ensayos de eficacia- control

El protocolo de evaluación de herbicidas a utilizar dependerá de que el tratamiento sea para la aplicación de herbicidas de residuales o post emergentes del cultivo o de la maleza.

### EL SITIO

La elección del sitio en los ensayos a campo es de altísima importancia. Debe asegurarse que la especie que se quiere evaluar esté presente en el banco de propágulos con una densidad suficiente y una distribución y uniformidad tal que todos los tratamientos y

**Cuadro 3.** Escala porcentual de clasificación de los niveles de control de malezas de 0 al 100 propuesta por la “Southern Weed Science Society” (Frans *et al.*, 1986).

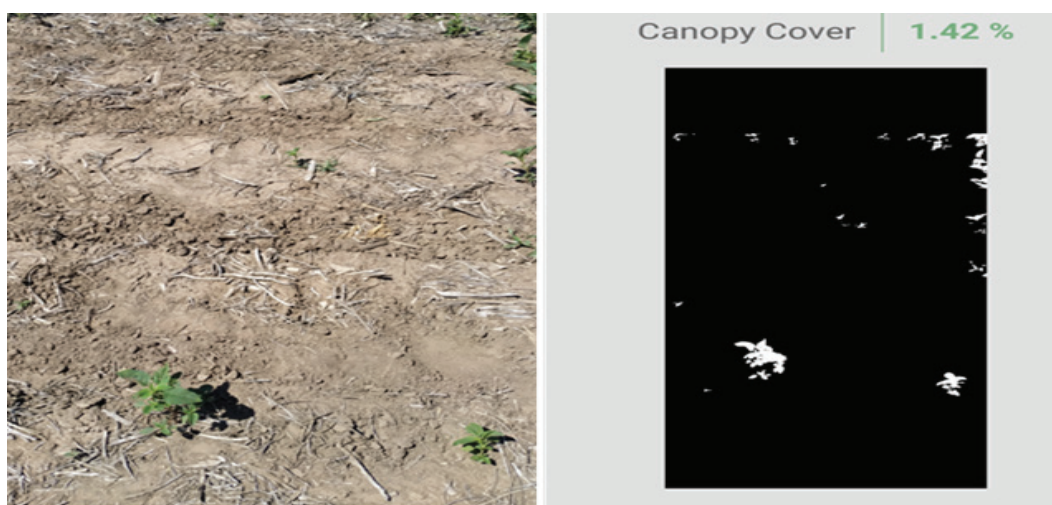
| Puntaje | Descripción de las categorías principales | Descripción detallada               |
|---------|---|-------------------------------------|
| 0       | Sin efecto alguno                         | Sin control                         |
| 10      | Efectos ligeros                           | Control muy pobre                   |
| 20      |   | Control pobre                       |
| 30      |   | Control pobre a deficiente          |
| 40      | Efectos moderados                         | Control deficiente                  |
| 50      |   | Control deficiente a moderado       |
| 60      |   | Control moderado                    |
| 70      | Efectos severos                           | Control por debajo de satisfactorio |
| 80      |   | Control satisfactorio a bueno       |
| 90      |   | Control muy bueno a excelente       |
| 100     | Todas las plantas muertas                 | Control total                       |

repeticiones permitan obtener datos representativos. Dado que las malezas se presentan en manchones, el diseño generalizado es el DBCA (diseño en bloques completos al azar), donde el número usual de repeticiones es de cuatro. Si se sospecha cierta heterogeneidad en el sitio, se sugiere trabajar con seis o más repeticiones. La elección del número de repeticiones usualmente es un balance entre el conocimiento del sitio, y la experiencia del evaluador.

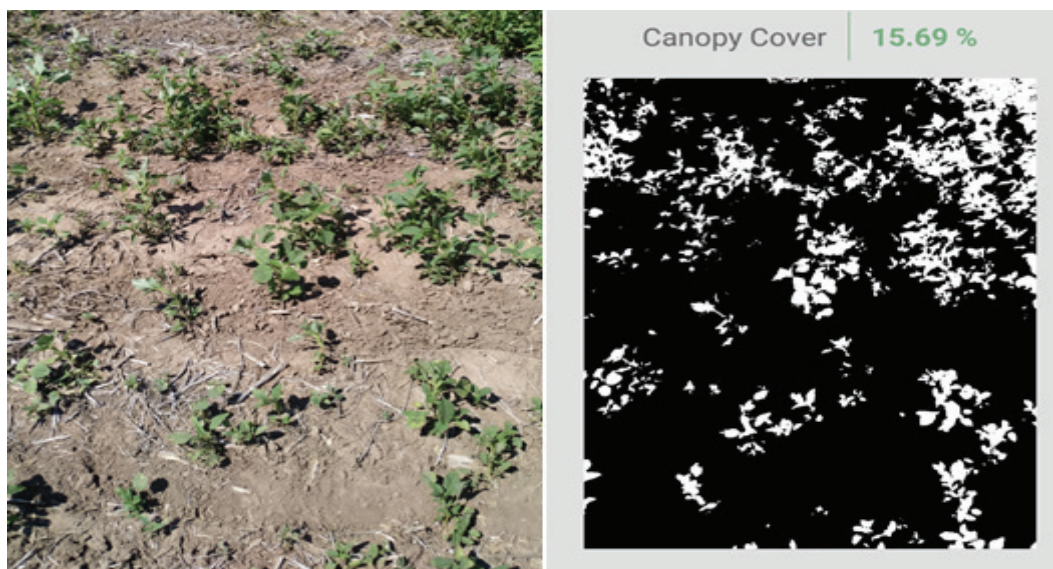
En la práctica, para la elección del sitio en ensayos de campo, se deben identificar lugares donde años anteriores hubo escapes o fallas de control, de modo de asegurar la

presencia de la maleza en estudio. Los datos aportados por asesores, dueños de campo e incluso de encargados son sumamente válidos para esta elección. Una vez localizado el sitio, el investigador, deberá observar posibles restos de plantas del ciclo anterior o semillas en el rastrojo cuando son evidentes como en el caso de *Amaranthus hybridus* L. o *Echinochloa colona* (L.) Link, o partes asexuales como rizomas en *Sorghum halepense* (L.) Pers. o xilopodios en *Borreria verticillata* (L.) G. Meyer o *Gomphrena perennis* L. o *G. pulchella* Mart.

Al realizar las primeras observaciones del experimento, también es importante carac-



**Figura 10.** Evaluación de preemergentes sobre *A. hybridus* (yuyo colorado). Valor de cobertura de Canopeo: 1,42 y de eficacia: 98,58



**Figura 11.** Evaluación de preemergentes sobre *A. hybridus* (yuyo colorado). Valor de cobertura de Canopeo: 15,69 % y eficacia: 84.31

terizar la densidad de malezas en los testigos de cada uno de los bloques, usualmente expresados en individuos por metro cuadrado al decimoquinto día desde el primer flujo detectado. Esto podría permitir futuras comparaciones o discusiones, ya que el efecto de los herbicidas no es igual en poblaciones de malezas altas, medias o bajas (Winkle *et al.*, 1981, Hartzler & Roth, 1993).

Además del sitio, que asegura la especie, la distribución y la densidad de malezas adecuadas, es importante trabajar sobre los primeros flujos de malezas para tener certeza de la eficacia de los herbicidas, ya que es conocido que los primeros flujos de germinación son los más numerosos y también

los de mayor habilidad competitiva (Hock *et al.*, 2006)

Los herbicidas de residuales deben aplicarse en un suelo sin cobertura verde, de modo de que el testigo se encuentre en igualdad de condiciones con los diferentes tratamientos. Las observaciones se realizan según el porcentaje de control y la residualidad de los herbicidas.

Por el contrario, los tratamientos post emergentes se aplican siempre con malezas en estado vegetativo y con o sin presencia de cultivo. Esta última ha tomado preponderancia con la llegada de la labranza cero (siembra directa) y se denomina barbecho químico.



# Tecnología japonesa líder para el campo argentino.

En Summit Agro impulsamos una nueva forma de concebir la protección de cultivos. Con productos innovadores, que respeten al medio ambiente y a las personas y que ofrezcan alta efectividad para lograr soluciones definitivas.

**Summit Agro. Tecnología japonesa líder. Hoy más líder que nunca.**

**Be Green**  
TecNología



**Evaluación de herbicidas residuales (preemergencia de malezas)**

En la aplicación de herbicidas residuales, suelo-activos, el lote seleccionado debe estar libre de malezas. Si hubiese presencia de las mismas deberían desecarse con un herbicida total sin actividad en el suelo (paraquat, glifosato, glufosinato de amonio) o por remoción manual. El testigo debe recibir el mismo manejo para poder observar los nacimientos posteriores y comparar la eficacia de los tratamientos. Debido a que las malezas se distribuyen en manchones y muchas veces no todo el lote de ensayo presenta la misma presión de malezas, es aconsejable tener un testigo apareado a cada parcela tratada, de manera tal de poder comparar la eficacia en relación con el testigo. Cuando sea posible, la siembra de semillas de malezas es una práctica que asegura presencia, así como uniformidad en la distribución (*i.e.* raigrás anual).

La evaluación debe relacionarse con el testigo sin el residual, se sugiere comenzar la misma, una vez que se observa el primer flujo de emergencia de malezas en el testigo sin pre emergente, a partir de aquí las evaluaciones se podrían realizar a los 14, 21, 28, 35, 45 y 60 días, y eventualmente

75 DDA si el evaluador considera que esto agrega información, y se observa persistencia de alguno de los tratamientos.

**Evaluación de herbicidas post emergentes de malezas con presencia de cultivo**

Los tratamientos de post emergencia se realizan con presencia de cultivo y de malezas emergidas y las evaluaciones se pueden realizar a los 3, 7, 14, 21 y 28 días desde la aplicación (DDA). Cuando el herbicida tiene acción de contacto (quemante) los resultados se perciben relativamente pronto (3 días), las evaluaciones posteriores permiten registrar si los tratamientos presentan rebrote. Cuando los herbicidas tienen acción sistémica, muchas veces puede demorar la aparición de los síntomas para llegar al máximo grado de control. En ese caso las evaluaciones para determinar el grado de control suelen comenzar a los 15 DDA y las realizadas a los 28 o 35 DDA permiten detectar la ocurrencia de rebrotes. La presencia del testigo absoluto y los testigos apareados proporcionan una referencia muy útil para el evaluador (Figura 8)

**Evaluación de herbicidas post emergentes de malezas, sin presencia de cultivo-barbecho químico**


syngenta



En un sistema de labranza cero-siembra directa, la aplicación de herbicidas, frecuentemente desecantes o herbicidas de acción total en pre siembra del cultivo se realiza en presencia de malezas. Las evaluaciones se pueden realizar a los 7, 14, 21 y 28 DDA. Altos valores de control en las primeras fechas de evaluación indican la eficacia del producto en cuanto a la velocidad de acción y los posibles rebrotes de la maleza.

En la Figura 9 se observan tratamientos de barbecho químico realizados sobre malezas tolerantes y resistentes a glifosato.

#### a.-Métodos cualitativos

La evaluación de % de control de malezas por herbicidas en los cultivos se puede realizar de manera visual y con una escala porcentual de 0 a 100% (Cuadro 2). Esta escala fue propuesta por Chaila (1986) y aún continúa siendo muy útil y precisa, siempre que el usuario este entrenado, es una escala muy similar a la propuesta por la “Southern Weed Science Society” en 1986 (Cuadro 3).

En el desarrollo de herbicidas, como referencia se consideran comercialmente acep-

tables los valores por encima del 85% de eficacia. Ambas escalas son válidas, siendo la de Chaila (1986) más detallada en las observaciones y valoraciones.

#### b.- Métodos Cuantitativos

En la actualidad, el método cuantitativo más utilizado es la herramienta Canopeo (Figura 10 y 11), que tiene como ventaja su rapidez y como desventaja su restricción para uso en ensayos de una sola especie de maleza y sin cultivo, de otra manera solo mide cobertura, pero no puede utilizarse la valoración como medida de eficacia.

Otros métodos clásicos, que se utilizan para evaluar cuantitativamente en determinadas situaciones son la altura media de las malezas, la densidad de individuos por unidad de superficie y la biomasa por unidad de superficie. En ensayos de campo, es frecuente medir densidad de individuos por unidad de superficie, cuyos valores se contrastan con los testigos en ensayos de residuales, y permiten evaluar los flujos de nacimientos en presencia o ausencia de los activos/dosis evaluados. Son métodos precisos, pero llevan tiempo y labor. «

## Bibliografía

ARSENIJEVIC N, AVELLAR M DE, BUTTS L, ARNE-SON NJ & WERLE R (2021) Influence of sulfentrazone and metribuzin applied preemergence on soybean development and yield. *Weed Technology* 35, 210-215. <https://doi.org/10.1017/wet.2020.99>

CHAILA S (1986) Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y de control. *Malezas* 14, 79.

CORBETT JL, ASKEW SD, THOMAS WE, WILCUT JW (2004) Weed efficacy evaluations for bromoxynil, glufosinate, glyphosate, pyriithiobac, and sulfosate. *Weed Technology* 18, 443-453.

FRANS R, TALBERT R, MARX D & CROWLEY H (1986) Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practice, in: *Research Methods in Weed Science*. Champaign, IL.

HARTZLER RG & ROTH GW (1993) Effect of prior year's weed control on herbicide effectiveness in corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 7, 611-614. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00037428>

HOCK SM, KNEZEVIC SZ, MARTIN AR & LINDQUIST JL (2006) Soybean row spacing and weed emergence time influence weed competitiveness and competitive indices. *Weed Science* 54, 38-46. <https://doi.org/10.1614/WS-05-011R.1>

JÁUREGUI JM, DELBINO FG, BONVINI MIB & BERHONGARAY G (2019) Determining yield of forage crops using the Canopeo mobile phone app. *Journal of New Zealand Grasslands* 81, 41-46. <https://doi.org/10.33584/jnzg.2019.81.385>

OLIVA J (2020) Herbicidas preemergentes en el cultivo de *Vicia villosa* Roth: evaluación de selectividad en un cultivo del área central de la Provincia de Córdoba. Trabajo Final Especialidad Protección Vegetal. Universidad Católica de Córdoba.

PATRIGNANI A & OCHSNER TE (2015) Canopeo: A powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. *Agronomy Journal* 107, 2312-2320. <https://doi.org/10.2134/agronj15.0150>

RITZ C, KNISS AR & STREIBIG JC (2015) Research methods in weed science: statistics. *Weed Science* 63, 166-187. <https://doi.org/10.1614/WS-D-13-00159.1>

SHEPHERD MJ, LINDSEY LE & LINDSEY AJ (2018) Soybean canopy cover measured with canopeo compared with light interception. *Agricultural & Environmental Letters* 3, 180031. <https://doi.org/10.2134/aal2018.06.0031>

WINKLE ME, LEAVITT JRC & BURNSIDE OC (1981) Effects of weed density on herbicide absorption and bioactivity. *Weed Science* 29, 405-409. <https://doi.org/10.1017/S0043174500039904>

ZIMDHAL RL (2007) *Fundamentals of weed science*, Third ed. Elsevier.

# III Congreso Argentino de Malezas ASACIM, el congreso en números

**Daniela Becheran<sup>1,3</sup> y Julio A. Scursoni<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Cátedra de Cultivos Industriales, Buenos Aires, Argentina; <sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Cátedra de Producción Vegetal, Buenos Aires, Argentina;

<sup>3</sup>Asociación Argentina de Ciencia de las Malezas (ASACIM)

*dbechara@agro.uba.ar*

---

*Citar como: Becheran & Scursoni (2021) III Congreso Argentino de Malezas- ASACIM, el congreso en números. Malezas 6, 50-63*



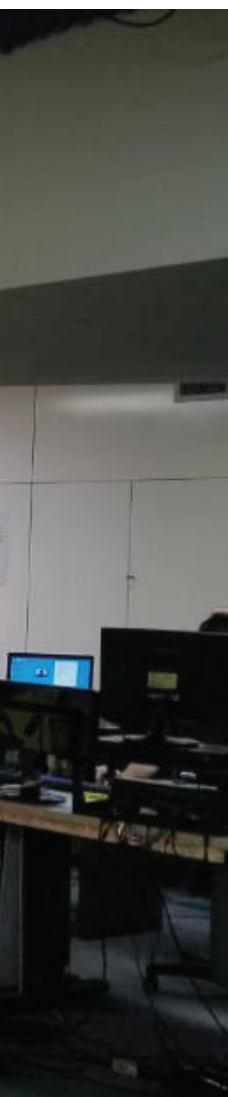
## RESUMEN

Los días 9 y 10 de junio de 2021 se realizó en modo virtual el III Congreso Argentino de la ASACIM. El total de inscriptos fue de 2847, representando 18 países, con predominancia de la Argentina (93%). Las áreas temáticas abordadas en el Congreso fueron Biología y Ecología de Malezas (BE), Manejo de Malezas con Herbicidas / Herbicidas, Ambiente y Sociedad (MHA), Manejo Integrado de Malezas (MI), Resistencia a Herbicidas (RH). En total se recibieron 106 trabajos de los cuales 85 se presentaron en forma de poster y 21 en exposiciones orales. Manejo de Herbicidas y ambiente fue el área con mayor cantidad de trabajos. Se realizaron conferencias plenarias (7), disertaciones en mesas redondas (18), exposiciones institucionales (3) y presentaciones comerciales (15). Además, se llevaron a cabo dos livings de intercambio con los conferencistas invitados Frank Forcella y Ramón León, cuatro actividades complementarias que consistieron en reuniones de interacción entre los coordinadores y los autores de cada eje temático y una mesa redonda final integradora moderada.

**Palabras clave:** inscriptos, áreas temáticas, conferencias, mesas redondas

## SUMMARY

On June 9 and 10, 2021, the III Argentine Weed Congress of ASACIM was carried out on virtual mode. The total number of registrants was 2847, representing 18 countries, with a predominance of Argentina (93%). The thematic areas were Weed Biology and Ecology (BE), Weed Management with Herbicides / Herbicides, Environment and Society (MHA), Integrated Weed Management (MI), Herbicide Resistance (RH). Among the 106 papers received, 85 were presented in poster and 21 in oral presentations. Herbicide and Environment Management was the area with the largest number of papers. Plenary conferences (7), panel discussions (18), institutional exhibitions (3) and commercial presentations (15) were also carried out. In addition, two rooms of discussion with guest speakers Frank Forcella and Ramón León, four complementary activities of interaction between the coordinators and the authors of each thematic area and a final moderate integrative round table were held.



**Cuadro 2.** Inscriptos al III Congreso Argentino de Malezas (ASACIM) según país de origen.

| País                 | Inscriptos  |                          |
|----------------------|-------------|--------------------------|
|                      | Número      | Porcentaje del total (%) |
| ARGENTINA            | 2657        | 93,3                     |
| URUGUAY              | 75          | 2,6                      |
| BRASIL               | 28          | 1,0                      |
| PARAGUAY             | 14          | 0,5                      |
| COLOMBIA             | 14          | 0,5                      |
| GUATEMALA            | 10          | 0,4                      |
| BOLIVIA              | 8           | 0,3                      |
| CHILE                | 7           | 0,2                      |
| MEXICO               | 7           | 0,2                      |
| VENEZUELA            | 6           | 0,2                      |
| PERU                 | 5           | 0,2                      |
| ESPAÑA               | 4           | 0,1                      |
| ECUADOR              | 4           | 0,1                      |
| ESTADOS UNIDOS       | 3           | 0,1                      |
| ITALIA               | 2           | 0,1                      |
| AUSTRALIA            | 1           | 0,0                      |
| REPUBLICA DOMINICANA | 1           | 0,0                      |
| PANAMÁ               | 1           | 0,0                      |
| <b>Total</b>         | <b>2847</b> | <b>100</b>               |

**Cuadro 2.** Número y representación en el total de los trabajos presentados en cada eje temático

| Eje temático                    | Número de trabajos | Representación (%) |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|
| Biología y Ecología de Malezas  | 2657               | 93,3               |
| Manejo de Herbicidas y Ambiente | 75                 | 2,6                |
| Manejo Integrado de Malezas     | 28                 | 1,0                |
| Resistencia a Herbicidas        | 14                 | 0,5                |
| <b>Total</b>                    | <b>106</b>         | <b>100</b>         |

**Key words:** inscribed, thematic areas, conferences, round tables

Los días 9 y 10 de junio de 2021, se llevó a cabo de modo virtual el III Congreso de la Asociación Argentina de la Ciencia de las Malezas “Ciencia, producción y sociedad: hacia un manejo sustentable”. La realización del Congreso fue posible gracias al esfuerzo de todos los miembros de la Comisión Directiva de ASACIM (en orden alfabético, Eduardo Cortés, José Cichero,

Roberto Crespo, Elba de la Fuente, Pablo Kalnay, Betina Kruk, Luis Lanfrancini, Juan Papa, Sebastián Sabaté, Julio Scursoni, Daniel Tuesca, Mario Vigna y María Zapiola), la secretaria técnica (Daniela Becheran) así como por la colaboración permanente de colegas tanto miembros o no miembros de la Asociación Argentina de Ciencia de las Malezas, que colaboraron en tareas de evaluación de trabajos y diferentes aspectos de organización. Desde ya, un agradecimiento sincero y enfático para cada uno de los conferencistas, expositores, moderadores y autores y expositores de trabajos. Además, la realización del Congreso contó con el valioso apoyo de 19 empresas (sponsors): BASF, BAYER, CORTEVA, RIZOBACTER, FMC, TIMAC AGRO, SPEED AGRO, SIPCAM, DVA, LIGIER, TROPFEN, SUMITOMO CHEMICAL, SUMMIT AGRO, SYNGENTA, SPRAYTEC, UPL, SIGMA AGRO, RED SURCOS, AGROFINA

El total de inscriptos al congreso fue 2847. Si bien la gran mayoría pertenecientes a la Argentina, también se registraron varios participantes extranjeros (Cuadro 1).

La información científico-tecnológica presentada en el Congreso se clasificó en cuatro ejes temáticos: **Biología y Ecología de Malezas (BE)**, **Manejo de Malezas con Herbicidas / Herbicidas, Ambiente y Sociedad (MHA)**, **Manejo Integrado de Malezas (MI)**, **Resistencia a Herbicidas (RH)**. En total se recibieron 106 trabajos de los cuales 85 se presentaron en forma de poster y 21 en exposiciones orales, distribuidos en los diferentes ejes temáticos (Cuadro 2).

Durante el congreso se realizaron conferencias plenarias, mesas redondas, exposiciones institucionales y presentaciones técnicas de empresas patrocinantes. Los detalles de cada una de las actividades se consignan a continuación:

### 1. Conferencias plenarias (7) (en orden alfabético por autores):

- Manejo de cultivos de cobertura para el control de malezas. **Tomas Baigorria** (EEA INTA Marcos Juárez)



 **SUMITOMO CHEMICAL**  
**CONSTRUYENDO EL FUTURO DEL AGRO**



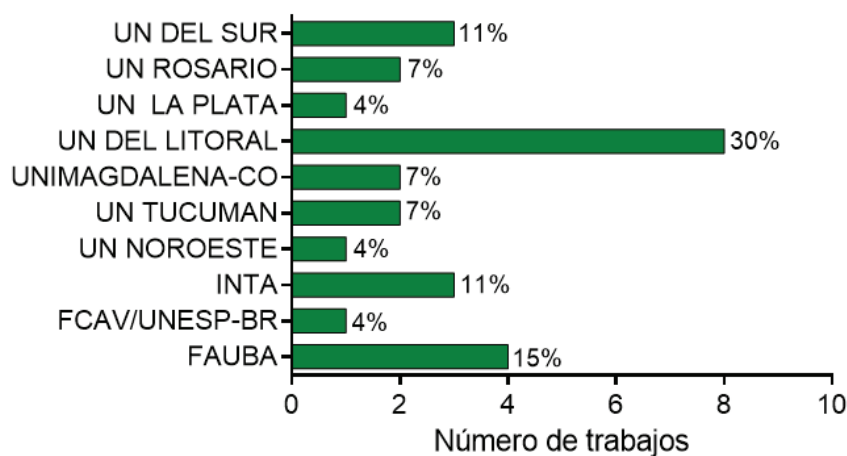
Más de 100 años de tradición y tecnología para alcanzar el desarrollo de un campo eficiente y sustentable.

Conocé más

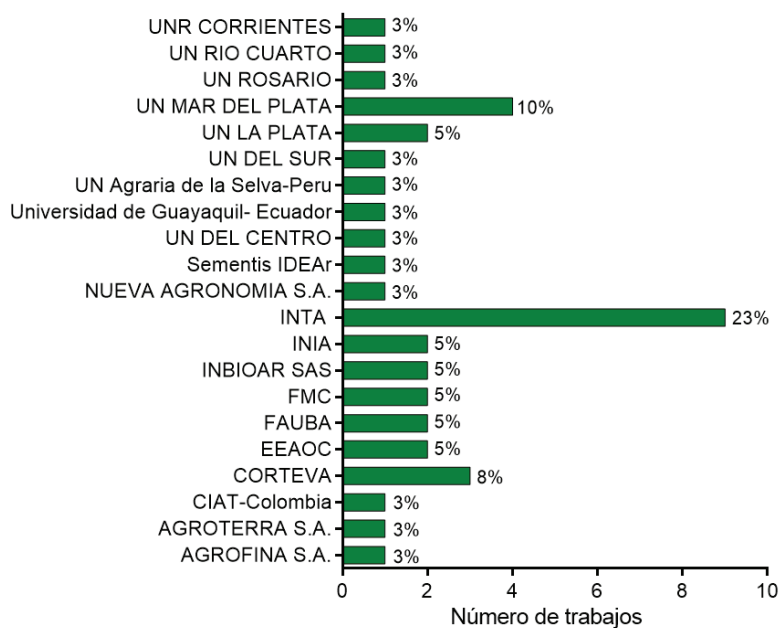


[agro.ar.sumitomochemical.com](http://agro.ar.sumitomochemical.com)

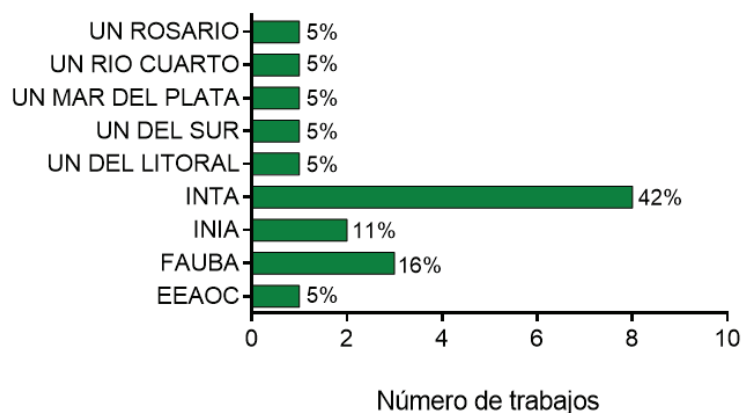
- State of the global herbicide resistance challenge. **Hugh Beckie** (Australian Herbicide Resistance Initiative, AHRI).
  - Ser simple o ser exitoso, esa es la cuestión. **Marcelo de la Vega** (Universidad Nacional de Tucumán, Universidad Nacional del Chaco Austral)
  - Abrasive grit-weeding in agronomic and horticultural crops. **Frank Forcella** Agronomist (USDA, Univ. of Minnesota retired)
  - Uso de modelos de predicción fenológica para determinar ventanas de control de malezas. **Ramón León** (NC State University)
  - Comportamiento de los herbicidas en el ambiente. **Jorgelina Montoya** (EEA INTA Anguil)
  - Uso de herbicidas percepción de riesgo y salud. **Aldo Saracco** (Departamento Toxicología, Ministerio Salud de Mendoza)
- 2. Disertaciones en mesas redondas (18)**  
(en orden alfabético por autores):
- El manejo de malezas integrado: de la utopía a la realidad. **Horacio Acciaresi** (EEA INTA Pergamino)
  - Manejo de especies y momentos de se-
  - cado de cultivos de cobertura: impacto sobre la dinámica de agua y malezas. **Cristian Álvarez** (AER INTA General Pico)
  - El funcionamiento de los bancos de semillas como base para predecir la emergencia de las malezas. **Diego Batlla** (FAUBA – IFEVA - CONICET)
  - Riesgo de “carryover” de herbicidas en el suelo: agravantes y atenuante. **Francisco Bedmar** (UNMDP)
  - Efecto de cultivos de cobertura en la supresión de malezas en el centro de la provincia del Chaco. **Belén Burdyn** (EEA INTA Sáenz Peña)
  - Pérdida de sensibilidad a herbicidas en *Amaranthus hybridus* (L.) subsp *hybridus*. **Ignacio Dellaferrera** (UNL –CONICET)
  - Pesadillas y milagros: uso de indicadores ecotoxicológicos de fitosanitarios en sistemas agrícolas. **Diego Ferraro** (FAUBA – IFEVA – CONICET)
  - Control químico de *Lolium* spp y brassicáceas con resistencia a herbicidas en el sur de Buenos Aires. **Ramón Gigón** (Consultor privado)
  - El proceso de enmalezamiento regulado



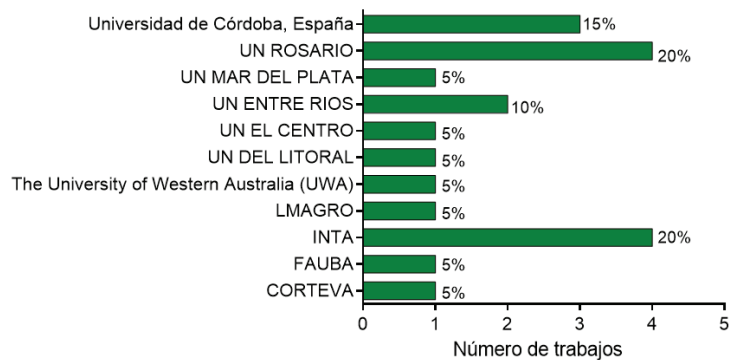
**Figura 1.** Representación en número y porcentaje (%) de las instituciones en el eje temático de Biología y ecología aplicadas al manejo de malezas (BE).



**Figura 2.** Representación en número y porcentaje (%) de las instituciones y empresas en el eje temático Manejo de malezas con herbicidas ambiente y sociedad (MHA).



**Figura 3.** Representación en número y porcentaje (%) de las instituciones en el eje temático de Manejo integrado de malezas (MIM)



**Figura 4.** Representación en número y porcentaje (%) de las instituciones y empresas en el eje temático de Resistencia a herbicidas.

por la presencia de un canopeo: efecto de diferentes secuencias de cultivos. **Betina Kruk** (FAUBA)

- Manejo y control químico de *Echinochloa* spp. y *Conyza* spp. en la región agrícola de la república argentina. **Marcelo Metzler** (Organización Agroproductiva- UNC – UCC - UCU)
- Glifosato en matrices ambientales: ¿hacia dónde vamos? **Karina Miglioranza** (FCEyN – IIMyC-CONICET-UNMDP)
- Experiencias en el manejo y control químico de *Amaranthus palmeri* S. Watson y *Amaranthus hybridus* L. en las provincias de Córdoba y San Luis. **Julián Oliva** (FCA – UCA)
- Bases bioquímicas y moleculares de la resistencia de malezas a herbicidas. Estudio de casos en Argentina. **Hugo Permingeat** (AGROBIOTEC-FCA- UNR)
- El camino del manejo integrado de malezas en la agricultura extensiva argentina. **Emilio Satorre** (FAUBA)
- Control eléctrico de malezas: una herramienta complementaria en el control integrado de malezas. **Carlos Torres** (Agritech S.A.)
- Cultivos de cobertura en la región central de Córdoba efecto en las malezas y en el cultivo posterior. **Diego Ustarroz** (EEA INTA Manfredi)
- Metabolización de herbicidas en poblaciones de *Lolium* spp.: un abordaje molecular para el diseño de estrategias de manejo. **Marcos Yannicari** (CONICET-CEI Barrow, MDA-INTA)
- Estrategias de manejo de malezas en sistemas agroecológicos a gran escala. **Martín Zamora** (CEI Barrow, MDA-INTA).

### 3. Exposiciones institucionales (3) (en orden alfabético por autores):

- La problemática de malezas en los sistemas agrícolas CREA, nuestros desafíos. **Pablo Fernández Barrón** (AACREA)

- EM/AAPRESID: el valor del conocimiento colaborativo. **Eugenia Niccia** (AAPRESID)

- El INTA: un abordaje integral de la problemática de las malezas. **Hernán Trebino** (INTA)

### 4. Presentaciones técnicas de Empresas Patrocinantes (15) (en orden alfabético):

BASF, BAYER, CORTEVA, DVA, FMC, LIGIER, RED SURCOS, RIZOBACTER, SIPCAM, SPEEDAGRO, SUMITOMO, SUMMITAGRO, SYNGENTA, TIMAC AGRO y TROPFEN.

Asimismo, durante el transcurso del congreso, se realizaron dos livings de intercambio con los conferencistas invitados Frank Forcella (USDA, Univ. of Minnesota, retired) y Ramón León (NC State University) y una mesa redonda final integradora moderada por Julio Scursioni (ASACIM -FAUBA) con representantes de diferentes áreas e instituciones como Federico Elorza (HRAC/CASAFE), Juan Papa (INTA), Juan Brihet (Red BPA), Roberto Benech Arnold (FAUBA-CONICET), Fernando Vilella (CPIA-, FAUBA), Pablo Cortese (SENASA-FAUBA) y Aldo Saracco (Departamento Toxicología, Ministerio Salud de Mendoza).

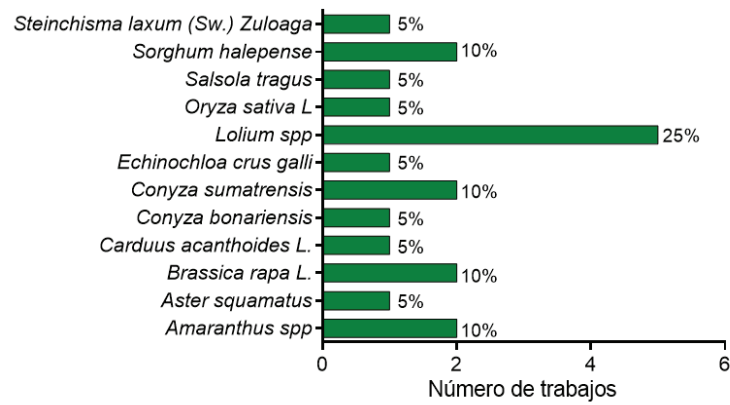
En paralelo a las disertaciones en mesas redondas desarrolladas a lo largo del congreso, hubo mesas de trabajos separadas por ejes temáticos (Cuadro 2) donde se presentaron oralmente un grupo de trabajos seleccionados. El resto de los trabajos se presentaron en formato de póster y estuvieron disponibles en la página web del evento durante todo el congreso.

Además se realizaron cuatro actividades complementarias de síntesis, intercambio de opiniones y debate entre los autores de los trabajos presentados en cada eje temático, organizadas y coordinadas por Patricia Diez de Ulzurrun, Mario Vigna y Juan C. Papa en “**Manejo de malezas con herbicidas ambiente y sociedad**”, por Roberto J. Crespo y Elba de la Fuente en “**Manejo integrado de malezas**”, por Sebastián Sabaté y Daniel Tiesca en “**Resistencia a Herbicidas**” y

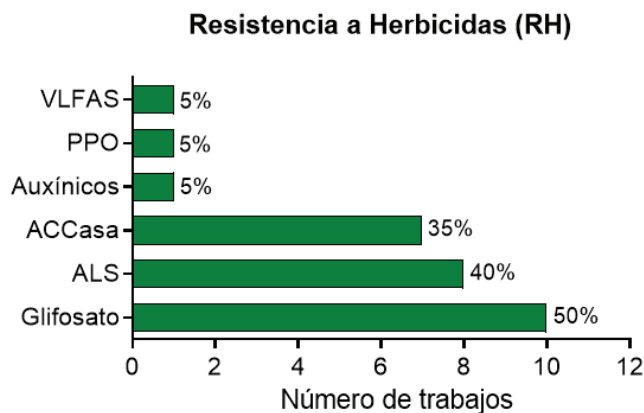




**Figura 5.** Malezas estudiadas en el eje temático de Biología y ecología aplicadas al manejo de malezas.



**Figura 6.** Malezas estudiadas en el eje temático de Resistencia a Herbicidas.



**Figura 7.** Herbicidas abordados en los trabajos presentados en el eje temático de Resistencia a herbicidas.

por María L. Zapiola, Betina Kruk y Rocío Fernández en “**Biología y ecología aplicadas al manejo de malezas**”.

A continuación, se sintetizan las características principales de cada actividad complementaria.

### **I. Biología y ecología aplicadas al manejo de malezas (BE)** (Autores: Betina Kruk y María Luz Zapiola)

En este eje temático se recibieron en total 27 trabajos a modo de resumen breve. Las temáticas principales abordadas fueron: dinámica de la emergencia de malezas: cambios en el nivel de dormición asociados a los factores ambientales (6), comportamiento de biotipos con diferentes sensibilidad de glifosato (3), modelos de emergencia (2); competencia soja-maleza (1); especies maleza como hospedantes de patógenos (1); estructura de la comunidad de malezas bajo diferentes prácticas de manejo de cultivos: secuencia de cultivos (3), cultivos de cobertura (1), invasión de malezas (1) y caracterizaciones morfológicas de diferentes especies y biotipos (3): raíces (1) y órganos aéreos (1). Como temas emergentes hubo un trabajo que evaluó el efecto de aplicación de efluentes sobre la comunidad de malezas en campos de soja del centro de la provincia de Santa Fe y otro focalizado en la búsqueda y selección de agentes herbicidas a partir de

extractos acuosos de plantas. Las malezas más estudiadas fueron *Echinochloa colona*, *Amaranthus* spp, *Commelina erecta*, *Hirschfeldia incana*, *Urochloa panicoides* entre otras. En tanto, los cultivos involucrados en mayor cantidad de trabajos fueron soja, maíz, banano. Los trabajos presentados se realizaron en distintas zonas productivas de la Argentina y en el departamento de Magdalena, en Colombia. Del total de trabajos presentados, seis se presentaron en forma oral en dos mesas y los 21 restantes se presentaron como posters.

### **II. Manejo de malezas con herbicidas ambiente y sociedad (MHA)** (Patricia Diez de Ulzurrun)

En este eje temático se recibieron en total 40 trabajos a modo de resumen breve. Las temáticas principales abordadas fueron: la eficacia de control de malezas con herbicidas pre emergentes (13) y herbicidas post emergentes (10), calidad y técnicas de aplicación de herbicidas (7) y residualidad o “carryover” (6). Como temas emergentes hubo dos trabajos que evaluaron control de malezas con bio herbicidas, y el uso de camas biológicas (biobed) para la descomposición de residuos de herbicidas. Las malezas más estudiadas fueron *Lolium multiflorum* Lam. (raigrás anual), *Amaranthus* spp. (yuyo colorado), *Conyza* spp. (rama negra), gramíneas anuales de verano y brasicáceas.



Los **COADYUVANTES**  
y **BIOESTIMULANTES**  
para **TU** campo.

**TROPFEN**



[WWW.TROPFEN.COM.AR](http://WWW.TROPFEN.COM.AR)

En tanto, los cultivos y cultivares involucrados en mayor cantidad de trabajos fueron soja, soja STS, girasol, girasol CL, maíz y trigo, y en menor medida control de malezas en pasturas, avena, caña de azúcar, sorgo, cacao y mandioca. En cuanto a los sitios de acción de herbicidas más utilizados en los diferentes trabajos fueron inhibidores de las enzimas EPSPS (glifosato), ALS, ACCasa, PPO, HPPD y hormonales. Las metodologías de trabajo recurrentes fueron la eficacia de control de malezas y la fitotoxicidad de herbicidas al cultivo. También el estudio de la calidad de aplicación (antagonismo en mezclas de herbicidas, calidad de agua, entre otros) y su efecto en organismos no blanco.

### III. Manejo Integrado de malezas (MIM) (Roberto Crespo y Elba de la Fuente)

En este eje temático se recibieron 19 trabajos. Parecen muy pocos, considerando los problemas actuales y crecientes en el manejo de malezas y las demandas socioambientales asociadas al mal manejo de malezas. La mayor parte de los trabajos (15) se refirió a estrategias culturales (estructura del cultivo, manejo de residuos, rotaciones, habilidad competitiva), uno a estrategias mecánicas, y tres de síntesis/modelos. No hubo ningún

**En términos de cantidad de inscriptos y de acuerdo con las opiniones recibidas, el congreso cumplió completamente con las expectativas. A pesar de la falta de contacto directo, la cantidad de inscriptos superó la que se esperaba en un congreso presencial.**

trabajo relacionado a estrategias biológicas y físicas de manejo de malezas. Lejos del equilibrio, nueve trabajos trataron el uso de cultivos de cobertura (CC) de vicia, avena y/o centeno para el manejo de malezas. Es muy auspicioso que se esté trabajando en este tema en distintas regiones (Chaco, Buenos Aires, Córdoba y Entre Ríos), para apuntalar el uso de CC como complemento del control de malezas con herbicidas. Sería muy bueno trabajar en conjunto para hacer una síntesis y resolver nuevos interrogantes como especies en la mezcla, balance hídrico y nutricional post CC, impacto ambiental y económico (1 sólo trabajo lo hizo), enfermedades de vicia, etc. Un grupo investigó a las malezas en el marco de la transición agroecológica lo cual es muy importante y necesario para acompañar con información científica relevante el crecimiento de la disciplina. En cuanto a las aproximaciones, la mayoría realizó experimentos a campo con flora espontánea y tres con flora manipulada. También hubo experimentos de laboratorio (1), confección de modelos (1), revisión y análisis de trabajos (1) y análisis de encuestas (1). Basados en la problemática del manejo de malezas comentada y con las restricciones conocidas de algunas labranzas y herbicidas, sería esperable un avance futuro en la profundización e integración de temas en trabajos que combinen de distintas estrategias (químicas, mecánicas, biológicas, físicas, culturales) con el objetivo de mantener el tamaño poblacional de las malezas a largo plazo en niveles económica y ecológicamente sustentables.

### IV. Resistencia a Herbicidas (RH) (Sebastián Sabaté y Daniel Tuesca)

Eje temático contó con 20 trabajos, provenientes de grupos de investigación de Argentina (71%), Colombia (10%), España (10%), Australia (5%) y Méjico (5%). El 50% de los trabajos realizados en Argentina se llevó a cabo en la zona núcleo de producción de granos, 30% en la zona sur de Buenos Aires, mientras que los demás trabajos correspondieron a la zona del NEA o fueron de carácter nacional. La mayoría estuvo referida a malezas en cultivos de granos (75%) mientras que un 20% se reali-



zó en arroz y un trabajo estuvo asociado al cultivo de citrus. Con respecto a los modos de acción herbicida abordados, predominó el estudio de poblaciones resistentes a glifosato, seguido de inhibidores de ACCasa y de ALS. También hubo trabajos referidos a los herbicidas auxínicos, inhibidores de PPO y de síntesis de ácidos grasos de cadena muy larga. La mayoría de las caracterizaciones de resistencia se basaron en la realización de curvas de dosis respuesta, pero también se presentaron estudios moleculares, relevamientos poblacionales, estudios de mecanismos no asociados al sitio activo, inhibidores de P450 y GST, traslocación, metabolitos y competencia. Un muy reducido número aportó información sobre nuevas mutaciones, actividad enzimática, costo adaptativo y herencia. El género más estudiado fue *Lolium*.

#### APORTES INSTITUCIONALES

En relación con los aportes institucionales en el área de Biología y Ecología de Malezas (BE), se destaca la contribución de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), la Facultad de Agronomía UBA (FAUBA), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Universidad Nacional del Sur (UNS) (Figura 1). En el área de Manejo de herbicidas (MHA) y Manejo in-

tegrado de malezas MIM), preponderaron las contribuciones del INTA, en tanto en Resistencia a herbicidas (RH) las del INTA, la Universidad de Rosario (UNR) y la Universidad de Córdoba (España), (Figuras 2, 3 y 4). La información referida a INTA corresponde a todas las diferentes Estaciones o Agencias pertenecientes a la institución, principalmente, el INTA Barrow y INTA Anguil.

Figura 4. Representación en número y porcentaje (%) de las instituciones y empresas en el eje temático de Resistencia a herbicidas.

#### OBJETIVOS DE ESTUDIO

La mayor parte de los trabajos de Biología y Ecología de malezas, se refieren a comunidades de malezas. Considerando las especies individualmente, la especie más estudiada fue *Echinochloa colona* (Figura 5).

En el eje temático de Resistencia a Herbicidas, la mayor cantidad de trabajos correspondió a *Lolium* sp. (Figura 6) y al herbicida glifosato (Figura 7). A su vez, en el eje temático de Manejo con herbicidas y ambiente, se recibieron 42 trabajos, de los cuales 24 trataban sobre herbicidas, siendo glifosato y flumioxazín los principales.



## COMENTARIOS FINALES

En términos de cantidad de inscriptos y de acuerdo con las opiniones recibidas, el congreso cumplió completamente con las expectativas. A pesar de la falta de contacto directo, la cantidad de inscriptos superó la que se esperaba en un congreso presencial.

La calidad de los trabajos recibidos, así como las diferentes presentaciones fue relevante e importante en términos del aporte al conocimiento.

El aporte institucional del INTA en el total de los trabajos recibidos fue destacable.

El eje temático Manejo de Herbicidas y Ambiente fue el que recibió la mayor cantidad de trabajos. Particularmente, prevalecieron los trabajos sobre control de malezas con herbicidas. Sería deseable lograr mayor cantidad de contribuciones que aborden otros aspectos de la aplicación de herbicidas como, por ejemplo, efectos y evaluación de impacto ambiental y manejo integrado.

El herbicida glifosato fue el más estudiado considerando la cantidad de trabajos recibidos. Sin embargo, debería incrementarse el estudio de otros herbicidas de frecuente uso en el medio productivo.

## MENSAJE FINAL

Comprometernos, cada uno desde su rol particular, a producir más, en un ambiente sano y persistente en el tiempo, considerando prioritaria la producción de alimentos en cantidad y calidad suficiente al alcance de toda la sociedad. En el caso de los agrónomos, enfrentar este desafío aplicando cada tecnología con el criterio profesional recibido en nuestra formación de Ingenieros Agrónomos, con visión de mediano y largo plazo. Precisamente la etimología del término ingeniero se relaciona al término engendrar, crear.

Diseñar y generar estrategias y productos sustentables persistente en el tiempo. Ese es nuestro desafío.

Direcciones web para consultar información técnica






Página de congreso:  
[www.malezas2021.com.ar](http://www.malezas2021.com.ar)

Página ASACIM: [www.asacim.org.ar](http://www.asacim.org.ar). «

Nuestro compromiso es hacer una red agrícola sostenible,  
mirándonos a los ojos y mirando el futuro.  
Nuestro propósito es OpenAg.



Protección de cultivos y biosoluciones  
para una agricultura sostenible.

   @upl argentina | [www.upl-ltd.com/ar](http://www.upl-ltd.com/ar)



# Abundancia de malezas en secuencias de cultivos con diferente uso de insumos e intensificación de cultivos en el centro oeste bonaerense

Perez, G.<sup>1</sup>; Estelrich, C.<sup>2</sup>; Pereyro, A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Agencia de Extensión Rural INTA Bolívar, <sup>2</sup>Chacra Experimental Bellocq, Ministerio de Desarrollo Agrario, <sup>3</sup>Agencia de Extensión Rural INTA Pehuajó, [perez.gonzalo@inta.gob.ar](mailto:perez.gonzalo@inta.gob.ar),

*Citar como: Perez et al. (2021) Abundancia de malezas en secuencias de cultivos con diferente uso de insumos e intensificación de cultivos en el centro oeste bonaerense. Malezas 6, 64-71*

## RESUMEN

En los sistemas agrícolas, los cambios en el uso del suelo alteran la abundancia de malezas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la abundancia de malezas en secuencias de cultivos con diferente grado de intensificación en el uso del suelo y con uso o no de fitosanitarios. En 2017 se instaló un experimento en la Chacra Experimental Bellocq (35°55'49"S, 61°29'17"O) con los tratamientos: i) rotación con barbechos químicos (RBQ): maíz-soja1<sup>a</sup>-trigo/soja2<sup>a</sup>; ii) rotación con cultivos de cobertura (RCC): vicia/maíz-centeno/soja1<sup>a</sup>-trigo/soja2<sup>a</sup> y iii) rotación con cultivos de cobertura sin fitosanitarios (RCCSF): vicia/maíz-centeno/soja1<sup>a</sup>-trigo/soja2<sup>a</sup>. Se evaluó el número de malezas acompañantes (NMA, individuos m<sup>-2</sup>), la biomasa aérea de malezas (MSA, g m<sup>-2</sup>) y biomasa total de cultivos. NMA en PV 2018 y 2019 RBQ y RCC tuvieron menores valores de NMA que RCCSF, siendo en promedio de 15 individuos m<sup>-2</sup>, y 203 individuos m<sup>-2</sup>, respectivamente. En OI 2019, RBQ y RCC tuvieron menores valores de NMA que RCCSF, siendo en promedio de 9 individuos m<sup>-2</sup>, y 71 individuos m<sup>-2</sup>, respectivamente. En PV 2018 y 2019, RBQ y RCC tuvieron menores valores de MSA que RCCSF, siendo en promedio de 23 g m<sup>-2</sup> y 74 g m<sup>-2</sup>, respectivamente. La MSA OI en 2020 RCC y RCCSF no se diferenciaron estadísticamente, con un valor medio de 107 g m<sup>-2</sup>, tampoco hubo diferencias estadísticas entre RCCSF y RBQ, con un valor medio

de 129 g m<sup>-2</sup>. La inclusión de CC permite disminuir el uso de herbicidas residuales desde el comienzo mejorando los índices de impacto ambiental por su colaboración en el control de malezas. Cuando no se utiliza ningún fitosanitario desde el inicio del planteo agrícola, la implantación de CC no es suficiente para controlar las malezas.

**Palabras clave:** sistemas agrícolas, malezas, rotación, barbechos químicos, cultivos de cobertura.

## SUMMARY

In agricultural systems, changes in land use alter the abundance of weeds. The objective of this work was to evaluate the abundance of weeds in crop sequences with different degrees of intensification in land use and with or without the use of phytosanitary products. In 2017 an experiment was installed in the Bellocq Experimental Farm (35°55'49"S, 61°29'17"W) with the treatments: i) chemical fallow (RBQ): corn-soybean1<sup>st</sup>-wheat/soybean2<sup>nd</sup>; (ii) rotation with cover crops (CCR): vetch/maize-rye/soybean1<sup>st</sup>-wheat/soybean2<sup>nd</sup> and iii) rotation with non-phytosanitary cover crops (RCCSF): vetch/maize-rye/soybean1<sup>st</sup>-wheat/soybean2<sup>nd</sup>. The number of accompanying weeds (NMA, individuals m<sup>-2</sup>), the aerial biomass of weeds (MSA, g m<sup>-2</sup>) and total biomass of crops were evaluated. NMA in PV 2018 and 2019 RBQ and RCC had lower NMA values than RCCSF,





being on average 15 individuals  $m^{-2}$ , and 203 individuals  $m^{-2}$ , respectively. In OI 2019, RBQ and RCC had lower NMA values than RCCSF, being on average 9 individuals  $m^{-2}$ , and 71 individuals  $m^{-2}$ , respectively. In PV 2018 and 2019, RBQ and RCC had lower MSA values than RCCSF, being on average 23  $g\ m^{-2}$  and 74  $g\ m^{-2}$  respectively. The MSA OI in 2020 RCC and RCCSF were not statistically differentiated, with a mean value of 107  $g\ m^{-2}$ , nor were there statistical differences between RCCSF and RBQ, with a mean value of 129  $g\ m^{-2}$ . The inclusion of CC makes it possible to reduce the use of residual herbicides from the outset by improving environmental impact indices for their collaboration in weed control. When no phytosanitary is used from the beginning of the agricultural plan, the implantation of CC is not enough to control weeds.

**Keywords:** agricultural systems, weeds, rotation, chemical fallow, cover crops.

## INTRODUCCIÓN

El aumento en la demanda de los alimentos a nivel mundial plantea un desafío para los sistemas agrícolas de los próximos años. Los beneficios que los humanos obtienen de los ecosistemas tales como la producción de alimentos, fibras y combustibles, mitigación de gases con efecto invernadero, control de plagas y enfermedades o la descontaminación ambiental, son llamados servicios ecosistémicos (Álvarez *et al.*, 2018). Estos serán cruciales si queremos satisfacer las demandas de mejorar los rendimientos sin comprometer la integridad ambiental o la salud pública (Tilman *et al.*, 2002).

En los sistemas agrícolas, cambios en el uso del suelo, incluyendo modificaciones en el cultivo, las secuencias y las prácticas de cultivo, alteran las comunidades de malezas (Poggio *et al.*, 2004). La intensificación en el uso del suelo por la adopción de dobles cultivos puede aumentar la productividad debido a una mayor captura de recursos en comparación con un solo cultivo anual (Caviglia *et al.*, 2004), aumentando la competencia por dichos recursos y reduciendo la frecuencia de las malezas más comunes

(Andrade *et al.*, 2017).

Los cultivos de cobertura (CC) son coberturas vegetales vivas que cubren el suelo y pueden ser temporales o permanentes y generalmente se intercalan entre los cultivos de cosecha (Kiff *et al.*, 1996). Los CC pueden ser una alternativa para mantener o atenuar la pérdida de carbono de los suelos, prevenir la erosión, aumentar la infiltración, capturar nutrientes, reducir sus pérdidas por lixiviación y contribuir al control de malezas (Unger & Vigil, 1998).

En la Argentina hasta el momento se detectaron 40 biotipos de malezas resistentes, con resistencias simples y/o múltiples (REM, 2021), por lo que el uso de estrategias de manejo con un enfoque más integrado es necesario.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la abundancia de malezas en secuencias de cultivos con diferente grado de intensificación en el uso del suelo y con uso o no de fitosanitarios.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el año 2017 se instaló un experimento de larga duración en el que se evaluaron diferentes secuencias de cultivo. El experimento se realizó en la Chacra Experimental Bellocq (CEB) del Ministerio de Desarrollo Agrario de la provincia de Buenos Aires (35°55'49"S, 61°29'17"O). En el lugar el clima es templado con algunas características continentales y la temperatura media anual es de 16,2 °C (Díaz-Zorita *et al.* 2002). En el Cuadro 1 se presentan los valores precipitaciones mensuales ocurridos desde el año de comienzo del ensayo. Los tratamientos que se evaluaron en este trabajo fueron: i) rotación con barbechos químicos (RBQ); maíz-soja-trigo/soja<sup>2a</sup>; ii) rotación con cultivos de cobertura (RCC): vicia/maíz-centeno/soja-trigo/soja<sup>2a</sup> y iii) rotación con cultivos de cobertura sin fitosanitarios (RCCSF): vicia/maíz-centeno/soja-trigo/soja<sup>2a</sup>. En RCC y RCCSF los cultivos utilizados como cobertura fueron vicia y centeno.

Los cultivos dentro de cada tratamiento

**Cuadro 1.** Precipitaciones mensuales en la Chacra Experimental de Bellocq durante los períodos 2017-2018, 2018-2019, 2019-2020 y 1941-2016.

| Período   | Meses   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|           | Abr     | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar |
|           | pp (mm) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 2017-2018 | 115     | 24  | 71  | 27  | 86  | 132 | 111 | 62  | 0   | 59  | 97  | 85  |
| 2018-2019 | 70      | 65  | 27  | 50  | 48  | 168 | 95  | 78  | 179 | 137 | 13  | 160 |
| 2019-2020 | 61      | 49  | 35  | 0   | 0   | 13  | 72  | 73  | 69  | 151 | 89  | 190 |
| 1941-2016 | 87      | 50  | 32  | 32  | 34  | 54  | 97  | 97  | 97  | 98  | 99  | 125 |

**Cuadro 2.** Número de individuos de malezas acompañantes (NMA, individuos m<sup>-2</sup>) y materia seca aérea de malezas (MSA, g m<sup>-2</sup>) para los tratamientos evaluados. RBQ: maíz, soja, trigo/soja 2°; RCC: vicia/maíz, centeno/soja, trigo/soja 2°; y RCCSF: vicia/maíz, centeno/soja, trigo, en el período 2017-2020. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (test de Tukey, p<= 0,05).

| Tratamiento | PV 2017                    |     | OI 2018 |      | PV 2018 |      | OI 2019 |     | PV 2019 |     | OI 2020 |       |
|-------------|----------------------------|-----|---------|------|---------|------|---------|-----|---------|-----|---------|-------|
|             | NMA                        | MSA | NMA     | MSA  | NMA     | MSA  | NMA     | MSA | NMA     | MSA | NMA     | MSA   |
|             | individuos m <sup>-2</sup> |     |         |      |         |      |         |     |         |     |         |       |
| RBQ         | 13a                        | 7a  | 35a     | 11a  | 10a     | 51a  | 51a     | 0a  | 15a     | 10a | 8a      | 138b  |
| RCC         | 6a                         | 2a  | 27a     | 9a   | 9a      | 24a  | 49a     | 0a  | 24a     | 4a  | 10a     | 94a   |
| RCCSF       | 19a                        | 5a  | 47a     | 120a | 119b    | 122b | 88a     | 60a | 286b    | 26b | 71b     | 120ab |

se sembraron durante la misma campaña, en parcelas de 15 m de ancho por 30 m de largo, con un diseño de bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones. El manejo de RBQ y RCC se realizó con siembra directa y el uso de fitosanitarios. El tratamiento RCCSF, se realizó en su totalidad sin el agregado de fitosanitarios (herbicidas, insecticidas, fungicidas y fertilizantes), efectuando los controles de malezas a partir de labranza con rastra de discos y el secado de los cultivos de cobertura con rolado mecánico. En dos momentos de la rotación: al finalizar el ciclo de los cultivos de verano (OI) y de invierno (PV), se tomaron 12 muestras de cada parcela con marcos de 0,25 m<sup>2</sup>. Se relevaron el número de malezas acompañantes (NMA, individuos m<sup>-2</sup>), biomasa aérea (MSA, g m<sup>-2</sup>).

En madurez fisiológica de cada cultivo de cosecha, y en grano lechoso-pastoso para centeno, y 50 % de floración para vicia, se realizó el muestreo de biomasa aérea recolectando cuatro submuestras de 1 m<sup>2</sup> para cada unidad experimental. Las muestras se secaron en estufa hasta peso constante y luego se pesaron para estimar biomasa aérea total por hectárea. La intensificación de

cada secuencia se midió a través del índice de intensificación de la secuencia (IIS) en función de la cantidad de meses ocupados con cultivo en relación con el total de meses considerados en el trabajo (Farahani *et al.*, 1998). Para el cálculo del impacto ambiental de cada rotación se utilizó el índice EIQ (Kovach *et al.*, 1992):

La fórmula para determinar el valor EIQ de los pesticidas individuales se enumera a continuación y considera el trabajador agrícola, el consumidor y el medio ambiente:

$$EIQ = \{C [(DT * 5) + (DT * P)] + [(C * ((S + P) / 2) * SY) + (L)] + [(F * R) + (D * ((S + P) / 2) * 3) + (Z * P * 3) + (B * P * 5)]\} / 3$$

DT = toxicidad dérmica

C = toxicidad crónica

SY = sistemicidad

F = toxicidad de los peces

L = potencial de lixiviación

R = potencial de pérdida de superficie

D = toxicidad de aves

**Cuando no se utiliza ningún fitosanitario desde el inicio del planteo agrícola, la implantación de CC no es suficiente para controlar las malezas, aunque la secuencia vicia/maíz ha dado resultados interesantes.**

S = vida media del suelo

Z = toxicidad de abeja

B = toxicidad beneficiosa para artrópodos

P = vida media de la superficie de la planta.

Los valores de EIQ de cada herbicida se obtuvieron de Eshenaur *et al.* (2015). Posteriormente se calculó el EIQ de los plaguicidas a campo de la siguiente forma:  $EIQ_{\text{plaguicidas a campo}} = EIQ_{\text{plaguicida}} * \text{concentración del activo de herbicida} * \text{dosis} * n^{\circ} \text{ de aplicaciones}$ . Una vez calculado el  $EIQ_{\text{campo}}$  de cada herbicida se realizó la sumatoria de cada uno de los  $EIQ_{\text{plaguicidas a campo}}$  y se obtuvo el  $EIQ_{\text{total}}$  de cada tratamiento evaluado.

Se efectuó una transformación a raíz cuadrada de NMA y MSA para estabilizar las varianzas, y las medias se transformaron para su presentación. Se utilizó el procedimiento de modelos generales y mixtos de Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2018), utilizando las variables de tratamiento y bloque como efectos fijos y los momentos de muestreo como efecto aleatorio. Las medias de los tratamientos se analizaron mediante el test de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

NMA en los muestreos de PV 2017, fue similar para los tres tratamientos siendo en promedio de 13 individuos  $m^{-2}$ . En PV 2018, RBQ y RCC tuvieron menores valores de NMA que RCCSF, siendo en promedio 10 individuos  $m^{-2}$ , y 119 individuos  $m^{-2}$ , respectivamente. En PV 2019, RBQ y RCC tuvieron menores valores de NMA que RCCSF, siendo en promedio 20 individuos  $m^{-2}$  y 286 individuos  $m^{-2}$ , respectivamente. El NMA OI en 2017, fue similar para los tres tratamientos siendo en promedio de

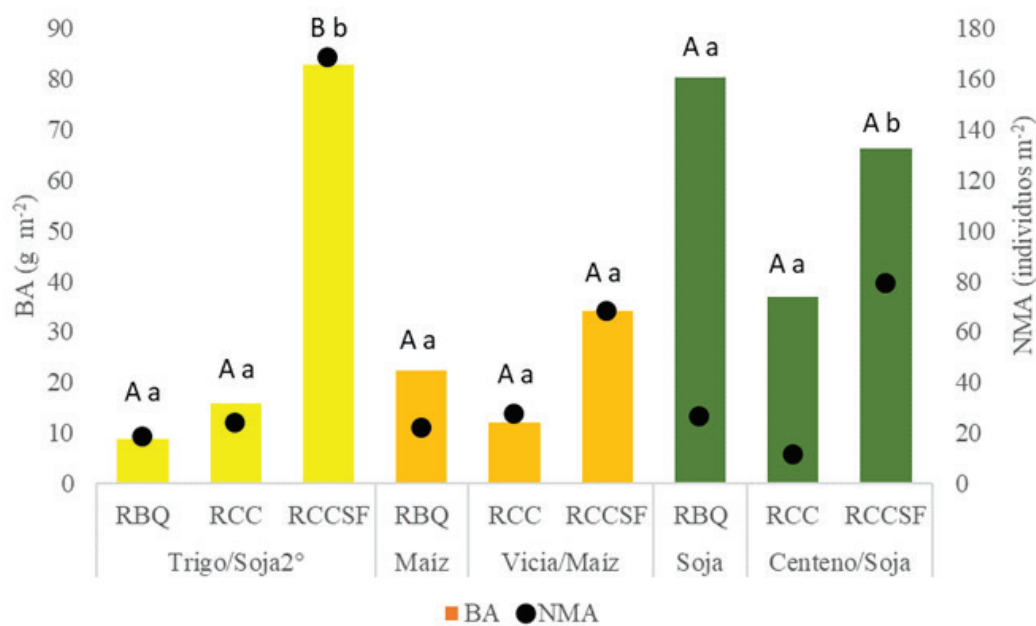
36 individuos  $m^{-2}$ . En OI 2018 el NMA fue similar para todos los tratamientos, siendo en promedio 63 individuos  $m^{-2}$ . En OI 2019, RBQ y RCC tuvieron menores valores de NMA que RCCSF, siendo en promedio 9 individuos  $m^{-2}$  y 71 individuos  $m^{-2}$ , respectivamente (Cuadro 2).

MSA en PV de 2017 fue similar para los tres tratamientos, con un valor medio de 5  $g m^{-2}$ . En PV 2018, RBQ y RCC tuvieron menores valores de MSA que RCCSF, siendo en promedio de 38  $g m^{-2}$  y 122  $g m^{-2}$ , respectivamente. En PV2019, RBQ y RCC tuvieron menores valores de MSA que RCCSF, siendo en promedio de 7  $g m^{-2}$  y 26  $g m^{-2}$ , respectivamente. La MSA OI fue similar para los tres tratamientos en los años 2018 y 2019 con valores medios de 19  $g m^{-2}$  y 20  $g m^{-2}$ , respectivamente. En 2020 RCC y RCCSF no se diferenciaron estadísticamente, con un valor medio de 107  $g m^{-2}$ , tampoco hubo diferencias estadísticas entre RCCSF y RBQ, con un valor medio de 129  $g m^{-2}$  (Cuadro 2). Tanto en los muestreos de primavera como en los de otoño a medida que avanzaron los años RCCSF se diferenció del resto de los tratamientos aumentando NMA y MSA. Esto pudo deberse a que todos los tratamientos partieron de un antecesor similar (2 años consecutivos de soja de 1<sup>a</sup>). En la primera campaña existió un efecto residual de herbicidas, banco de semillas y sistema de siembra, y a medida que avanza la rotación sin el uso de fitosanitarios, la presión de malezas tanto en biomasa como en número de individuos aumentó.

Analizando cada secuencia de cultivos incluidos en cada tratamiento, la secuencia trigo/soja no mostró diferencias en RCC y RBQ, tanto en NMA (12 individuos  $m^{-2}$ ) como MSA (21  $g m^{-2}$ ), mientras que mos-



**Figura 1.** Mantillo generado por el cultivo de cobertura de *Vicia villosa*, en el momento de la siembra del cultivo de maíz. Ensayo de larga duración Chacra Experimental de Bellocq, campaña 2018-2019.



**Figura 2.** Biomasa aérea (MSA, barras) y número de malezas acompañantes (NMA, puntos) para los tratamientos evaluados. RBQ: maíz, soja, trigo/soja 2<sup>a</sup>; RCC: vicia/maíz, centeno/soja, trigo/soja 2<sup>a</sup>; y RCCSF: vicia/maíz, centeno/soja, trigo. Letras diferentes indican diferencias significativas (test de Tukey,  $p < 0,05$ , minúsculas= N° individuos, mayúsculas=biomasa).

**Cuadro 3.** Biomasa aérea de cultivos ( $t\ ha^{-1}$ ), para los tratamientos evaluados: RBQ: maíz, soja, trigo/soja 2<sup>a</sup>; RCC: vicia/maíz, centeno/soja, trigo/soja 2a; y RCCSF: vicia/maíz, centeno/soja, trigo. Letras diferentes indican diferencias significativas (test de Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

| Tratamientos | Campaña  |           |           |
|--------------|--|-----------|-----------|
|              | 2017-2018  | 2018-2019 | 2019-2020 |
|              | <b>Biomasa aérea de cultivos (<math>t\ ha^{-1}</math>)</b> |           |           |
| RBQ          | 50 c   | 47 ab     | 66 a      |
| RCC          | 69 a   | 58 a      | 70 a      |
| RRCCSF       | 60 b   | 38 b      | 37 b      |

tró mayores valores en RCCSF para NMA y MSA (168 individuos  $m^{-2}$  y 83  $g\ m^{-2}$ , respectivamente). Esto pudo deberse, a la ausencia de soja de segunda en la secuencia (no llegó el cultivo a cosecha, por la presión de malezas) y a la menor biomasa producida por el cultivo de trigo. Para maíz, no se encontraron diferencias en NMA y MSA, con valores medios de 39 individuos  $m^{-2}$  y 23  $g\ m^{-2}$ , respectivamente. Es interesante en este caso el aporte de la vicia como antecesor (Figura 1), particularmente en RCCSF (68 individuos  $m^{-2}$  y 34  $g\ m^{-2}$ ), ya que no se utilizaron herbicidas. Datos similares fueron reportados por Baigorria *et al.* (2018), con y sin la utilización de herbicidas post emergentes en secuencias de vicia-maíz. Para soja, no se observaron diferencias en los tres tratamientos en MSA, con un valor promedio de 61  $g\ m^{-2}$ . El NMA fue diferente para RBQ y RCC (19 individuos  $m^{-2}$ ) con respecto a RCCSF (79 individuos  $m^{-2}$ ) (Figura 2).

**Cuadro 4.** Índice de Intensificación de la secuencia (IIS) y  $EIQ_{total}$  para los tratamientos evaluados: RBQ: maíz, soja, trigo/soja 2<sup>a</sup>; RCC: vicia/maíz, centeno/soja, trigo/soja 2<sup>a</sup>; y RCCSF: vicia/maíz, centeno/soja, trigo.

| Tratamientos | Campaña                         |           |           | Media |
|--------------|---------------------------------|-----------|-----------|-------|
|              | 2017-2018                       | 2018-2019 | 2019-2020 |       |
|              | <b>IIS</b>                      |           |           |       |
| RBQ          | 0,68                            | 0,67      | 0,57      | 0,64  |
| RCC          | 0,97                            | 0,95      | 0,83      | 0,92  |
| RCCSF        | 0,82                            | 0,82      | 0,69      | 0,78  |
|              | <b><math>EIQ_{total}</math></b> |           |           |       |
| RBQ          | 91                              | 104       | 101       | 99    |
| RCC          | 51                              | 62        | 75        | 63    |

Las diferencias en abundancia de malezas entre los tratamientos RCC y RCCSF, pueden explicarse en parte por una mayor cantidad de biomasa aérea producida en las 3 campañas evaluadas, siendo en promedio para las tres campañas evaluadas de 66  $t\ ha^{-1}$  para RCC y 45  $t\ ha^{-1}$  (Cuadro 3), esto debido al uso de fitosanitarios, principalmente fertilizantes, generando mayor supresión lumínica por el mantillo generado (Creamer *et al.* 1996).

Si bien a medida que avanzaron las campañas los tratamientos RCC y RBQ tuvieron similares valores de NMA, MSA y biomasa aérea de cultivos, RCC presentó un menor valor de  $EIQ_{total}$  debido al uso de menores dosis de ingrediente activo de herbicidas, y a la no utilización de algunos herbicidas residuales. Esto puede explicarse además por un mayor IIS a partir de la incorporación de cultivos de cobertura en la rotación (Cuadro 4). Principiano & Acciaresi (2018) encontraron resultados similares en el partido de Pergamino comparando secuencias de cultivos con diferente IIS.

## CONCLUSIONES

- La inclusión de CC en una rotación tradicional en el centro oeste bonaerense, permite disminuir el uso de herbicidas residuales desde el comienzo mejorando los índices de impacto ambiental por su colaboración en el control de malezas.
- Cuando no se utiliza ningún fitosanitario desde el inicio del planteo agrícola,



Alvaro Pereyro



Carolina Estelrich



Gonzalo Perez

la implantación de CC no es suficiente para controlar las malezas, aunque la secuencia vicia/maíz ha dado resultados interesantes.

- Sería importante continuar con este tipo de ensayos para obtener información a largo plazo de los parámetros evaluados y de nuevos indicadores que requieren varios años de estudio para poder observar diferencias entre los tratamientos evaluados.

## AGRADECIMIENTOS

A los proyectos de la cartera de INTA:

-2019-PE-E1-I011-001 Intensificación Sustentable de la Agricultura en la Región Pampeana.

-2019-RIST-E1-I503-001 Red de ensayos de larga duración. «

## Bibliografía

ALVAREZ VE, CARDOZO A G, EL MUJTAR VA & TITTONELL P (2018) El Universo escondido bajo nuestros pies: la importancia de conocer y preservar los organismos del suelo. *Presencia* 29(70), 22-26.

ANDRADE JF, SATORRE EH, ERMÁCOR A C M & POGGIO SL (2017) Weed communities respond to changes in the diversity of crop sequence composition and double cropping. *Weed Research* 57(3), 148-158.

BAIGORRIA T, BELLUCCINI PA, CAZORLA CR, AIMETTA MB, PEGORARO VR, BOCCOLINI MF & FAGGIOLI VS (2018) Cultivos de cobertura: una estrategia con potencial para disminuir el impacto ambiental de herbicidas. Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez.

CAVIGLIA OP, SADRAS VO, ANDRADE FH (2004) Intensification of agriculture in the south-eastern Pampas. I. Capture and efficiency in the use of water and radiation in double-cropped wheat-soybean. *Field Crops Res.* 87, 117-129.

CREAMER, N. G., BENNETT, M. A., STINNER, B. R., CARDINA, J., & REGNIER, E. E. (1996). Mechanisms of weed suppression in cover crop-based production systems. *HortScience*, 31(3), 410-413.

DÍAZ-ZORITA M, PERFECT E, & GROVE JH (2002) Disruptive methods for assessing soil structure. *Soil and Tillage Research* 64(1-2), 3-22.

DI RIENZO JA, CASANOVES F, BALZARINI MG, GONZALEZ L, TABLADA M, ROBLEDO CW (2018) InfoStat versión (2018). Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

ESHENAUER B, GRANT J, KOVACH J, PETZOLDT

C, DEGNI J & TETTE J (2015) Environmental Impact Quotient: "A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides." *New York State Integrated Pest Management Program, Cornell Cooperative Extension, Cornell University. 1992-2020.*

FARAHAN HJ, PETERSON GA & WESTFALL DG (1998). Dryland cropping intensification: a fundamental solution to efficient use of precipitation. *Advances in Agronomy* 64:197-223.

KIFF E, POUND B & HOLDSWORTH R (1996) *Cover Crops: A review and database for field users.* Chatham, UK. Natural Resources Institute.

KOVACH J, PETZOLDT C, DEGNI J & TETTE J (1992) A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin* 139:1-8.

PRINCIPIANO M A & ACCIARES I H A (2018). Diversidad e intensidad de secuencias de cultivos: efecto ambiental y económico del control químico de malezas. *Revista de Tecnología Agropecuaria-RTA* 10 (37), 33-37.

POGGIO S, SATORRE EH & DE LA FUENTE EB (2004) Structure of weed communities occurring in pea and wheat crops in the Rolling Pampa (Argentina). *Agriculture Ecosystems & Environment* 103, 225-235.

RED DE CONOCIMIENTO EN MALEZAS RESISTENTES (REM) (2021). <http://www.aapresid.org.ar/rem/>

TILMAN D, CASSMAN KG, MATSON PA, NAYLOR R & POLASKY S (2002) Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418, 671-677.

UNGER P W & VIGIL M F (1998) Cover crop effects on soil water relationships. *Journal of Soil and Water Conservation* 53(3), 200-207.

# Estado de la resistencia de poblaciones de *Lolium* en lotes de trigo y cebada del so de Buenos Aires, Argentina

**Vigna, M.R.<sup>1</sup>; Carretto, L.M.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>EEA INTA Bordenave, <sup>2</sup>Becario Doctoral CONICET/INTA, EEA INTA Bordenave  
vigna.mario@gmail.com

---

*Citar como: Vigna & Carretto (2021) Estado de la resistencia de poblaciones de *Lolium* en lotes de trigo y cebada del so de Buenos Aires, Argentina. Malezas 6, 72-81.*





## RESUMEN

En 115 poblaciones de *Lolium* (raigrás) de 10 partidos del SO de Buenos Aires se evaluó la resistencia a herbicidas a partir de muestras cosechadas en diciembre de 2016. Las semillas se sembraron en macetas donde evaluaron cinco tratamientos herbicidas: 1) glifosato (inhibidor de la EPSPS) 1000 g e.a. ha<sup>-1</sup>, 2) pinoxaden (inhibidor de la ACCasa, fenilpirazolina, DEN) 40 g p.a. ha<sup>-1</sup>, 3) (iodosulfuron 12,5 g p.a. ha<sup>-1</sup>+mesosulfuron 1,95 g p.a. ha<sup>-1</sup>) + metsulfuron 3 g p.a. ha<sup>-1</sup> (inhibidores de la ALS), 4) cletodim (inhibidor de la ACCasa, ciclohexanodionas, DIM) 192 g p.a. ha<sup>-1</sup> y 5) haloxyfop (inhibidor de la ACCasa ariloxifenoxipropionatos, FOP) 81 g p.a. ha<sup>-1</sup>. Los herbicidas se aplicaron sobre plantas de *Lolium* con 3-4 macollos. Se evaluó el control visualmente y, finalmente, se efectuó el conteo de plantas que sobrevivieron a los tratamientos en cada una de las macetas para calcular el porcentaje de plantas sobrevivientes. Se identificaron tres niveles: poblaciones susceptibles (sin sobrevivencia), poblaciones con resistencia en desarrollo (1 a 19% de sobrevivencia) y poblaciones resistentes (con 20% o más

de sobrevivencia). El 57 % de las poblaciones fueron resistentes a inhibidores de la EPSPS, 26,9 % a inhibidores de la ALS, y 39,7 %, 10,3 % y 8,9 % a inhibidores de la ACCasa DEN, FOP y DIM, respectivamente. El 4,5% de las poblaciones fueron resistentes a los 5 herbicidas, el 11 % fue susceptible a todos y el 28 % resistente a 2 o más herbicidas. Se evidenció un incremento de resistencia múltiple, respecto a un relevamiento efectuado en 2013, con el fuerte crecimiento de resistencia al inhibidor de la EPSPS y menor incremento para inhibidores de ALS y ACCasa DEN. El análisis de componentes principales mostró relación entre la sobrevivencia a inhibidores de la ACCasa FOP y DIM (resistencia cruzada) e inhibidores de ALS y ACCasa DEN (resistencia múltiple), y en menor medida, con los casos de sobrevivencia a inhibidores de la EPSPS. Lo registrado en este relevamiento refuerza la idea de que el manejo de la resistencia basado solamente en cambiar sitios de acción de herbicidas en aplicaciones selectivas en cultivos de trigo y cebada es insuficiente.

**Palabras clave:** evolución de la resistencia, patrón de resistencia, glifosato, ACCasa, resistencia múltiple.





**Imagen 1.** Área de monitoreo de poblaciones de *Lolium* sp. (Vigna *et al.*, 2017)

## SUMMARY

Herbicide resistance was evaluated in 115 populations of *Lolium* (ryegrass) in 10 districts of the SW of Buenos Aires from samples harvested in December 2016. The seeds were sown in rectangular pots, achieving between 17 and 35 plants per pot. They remained outside and sheltered from the winds. Five herbicide treatments were evaluated: 1) glyphosate (EPSPS inhibitor) 1000 g i.a. ha<sup>-1</sup>, 2) pinoxaden (ACCase inhibitor, phenylpyrazoline, DEN) 40 g i.a. ha<sup>-1</sup>, 3) (iodo-sulfuron 12.5 g i.a. ha<sup>-1</sup> + mesosulfuron 1.95 g i.a. ha<sup>-1</sup> + metsulfuron 3 g i.a. ha<sup>-1</sup> (ALS inhibitors), 4) clethodim (ACCase inhibitor, cyclohexanediones, DIM) 192 g i.a. ha<sup>-1</sup> and 5) haloxyfop (aryloxyphenoxypropionates ACCase inhibitor, FOP) 81 g i.a. ha<sup>-1</sup>. Herbicides were applied on *Lolium* plants in 3-4 previously counted tillers. Visual control evaluations were made and finally the plants that survived the treatments were counted in each of the pots to calculate the percentage of surviving plants. Three levels were identified: susceptible populations (without survival), developing resistance (1 to 19% survival) and resistant (with 20% or more survival). The 57% of the populations were resistant to EPSPS inhibitors and 26.9, 39.7, 10.3 and 8.9% to ALS inhibitors,

ACCase inhibitors DEN, FOP and DIM, respectively. The 4.5% of the populations were resistant to the 5 herbicides, 11% were susceptible to all and 28% resistant to 2 or more herbicides. An increase in multiple resistance was evidenced, with respect to a survey carried out in 2013, with the strong growth of resistance to EPSPS and a lower increase for ALS and ACCase DEN. Principal component analysis showed a relation between survival to inhibitors of the ACCase FOP and DIM (cross resistance) and ALS and ACCase DEN (multiple resistance), and in a lesser extent with the cases of survival to EPSPS inhibitors. These results reaffirm the idea that resistance management based solely on changing sites of herbicide action in selective applications in wheat and barley crops is insufficient.

**Key words:** resistance survey, resistance evolution, resistance patterns, multiple resistances, glyphosate.

## INTRODUCCIÓN

La resistencia de poblaciones de *Lolium* spp. (raigrás) a herbicidas fue confirmada en el SO de Buenos Aires, primeramente, a glifosato (Vigna *et al.*, 2008, Yannicari *et al.*, 2009), luego a inhibidores de la ACCasa (Vigna *et al.*, 2011) y la resistencia múlti-

ple a glifosato + inhibidores de la ACCasa y glifosato + inhibidores de la ALS en el SE (Diez Ulzurum & Leaden, 2011). Esto ha significado un enorme cambio y consideración respecto a la necesidad del conocimiento local de los procesos biológicos que complejizan la actividad agrícola requiriendo de asesoramiento técnico especializado. El problema de resistencia de *Lolium* a herbicidas comenzó a evidenciarse comercialmente a partir de la intensificación de la agricultura bajo el sistema de siembra directa. De allí que la resistencia a glifosato haya sido el primer problema estudiado concretamente a nivel de productor. El atractivo de la siembra directa en sistemas basados en cultivos invernales, trigo en el SO principalmente, fue la posibilidad de un manejo muy eficiente del barbecho con dosis muy bajas de glifosato y 2,4-D, debido a la alta sensibilidad de los individuos que mayoritariamente formaban parte de las poblaciones deraigrás espontáneo.

Australia sin dudas fue el primer país donde se manifestó el impacto de la resistencia de *Lolium* sobre su agricultura extensiva basada en cultivos invernales. Allí el primer caso de resistencia se registró para un herbicida selectivo, el diclofop en *L. rigidum* en 1982 (Heap & Knight, 1982), luego de cuatro años seguidos de uso consecutivo del herbicida. Cuatro años más tarde, se notificó el primer caso de resistencia múltiple a diclofop + chlorsulfuron (Heap & Knight, 1986). También en Australia se registró el primer caso de resistencia a glifosato en *L. rigidum* (Pratley *et al.*, 1996), después de su introducción en 1974 (Powles & Yu, 2010).

Desde el siglo pasado, las poblaciones de *Lolium* que poseen biotipos con capacidad de sobrevivir a aplicaciones de herbicidas, han sido seleccionados a través del uso reiterado del mismo herbicida o herbicidas con el mismo sitio de acción (Stanger & Appleby, 1989; Betts *et al.*, 1992; Gronwald *et al.*, 1992; Taylor, 1996, Prado *et al.*, 2000). Esto se ha manifestado desde 1993 en Francia (Gazquez *et al.*, 1996), más tarde en Chile (Perez & Kogan, 2003, Espinoza *et al.*, 2005), Brasil (Galli *et al.*, 2005), Estados Unidos (Perez-Jones *et al.*, 2005), entre otros países.

El monitoreo de la resistencia, a nivel de región, en la Argentina comenzó a partir de

2013 en lotes de trigo y cebada cervecera, abarcando 13 partidos del Sud Oeste (SO) de Buenos Aires (Imagen 1) (Vigna *et al.*, 2017). En aquella oportunidad, se evaluó la respuesta a herbicidas con tres mecanismos de acción diferentes (inhibidores de la EPSPS, inhibidores de la ACCasa, e inhibidores de la ALS) en poblaciones colectadas al azar en lotes comerciales. Se observó que el 24% de las poblaciones mostraron sobrevivencia por encima del 20% por lo menos a un herbicida. El 5,7 % de las poblaciones mostró resistencia (sobrevivencia igual o superior al 20%) múltiple a los tres mecanismos de acción y 18,3 % de las poblaciones mostró resistencia múltiple a dos mecanismos (inh. de la ACCasa + inh. de la ALS).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el estado de la resistencia de *Lolium* sp. a distintos herbicidas en el SO de Buenos Aires a partir de semillas cosechadas en 2016.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con el objetivo se realizó un experimento completamente aleatorizado con dos repeticiones (macetas), donde se sometieron distintas poblaciones de *Lolium* sp a los siguientes tratamientos: 1) glifosato 1000 g e.a. ha<sup>-1</sup> (sulfosato Touchdown®: sal potásica del ácido N-fosfonometil glicina 62% y 50% p/v e.a.)(inhibidor de la enzima EPSPS), 2) pinoxaden 40 g p.a. ha<sup>-1</sup> (Axial®:Pinoxaden 5 % + cloquintocetmexil 1,25%) (inhibidor de la enzima ACCasa, grupo químico fenilpirazolina, DEN), 3) iodosulfuron 12,5 g p.a. ha<sup>-1</sup> + mesosulfuron 1,95 g p.a. ha<sup>-1</sup> (Hussar Plus®: iodosulfuron-methyl sodio 5%+ mesosulfuron-methyl 0,78%) + metsulfuron 3 g p.a. ha<sup>-1</sup> (metsufuron ACA 60 WDG: metsulfuron metil 60%) (inhibidores de la enzima ALS, grupo químico sulfonilureas) + 0,2% coadyuvante Bayer , 4) cletodim 192 g i.a. ha<sup>1</sup> (Select®: cletodim 24%) + 0.5% aceite agrícola (inhibidor de la enzima ACCasa, grupo químico ciclohexanodionas, DIM) y 5) haloxifop 81 g i.a. ha<sup>1</sup> (Galant® HL: haloxifop-P-metil 54% y 52% p/v e.a.) (inhibidor de la ACCasa, grupo químico arioxifenoxipropionatos, FOP) + 0.5% aceite agrícola.

En diciembre de 2016, se recolectaron espigas de *Lolium* spp. en lotes comerciales

**Un 28% de las poblaciones fueron resistentes a dos o más herbicidas y solamente el 11% de las poblaciones fueron totalmente susceptibles a todos los herbicidas.**

de trigo y cebada cervecera en el momento de la cosecha, independientemente de la densidad de la maleza. El muestreo fue al azar tratando de mantener una distancia mínima entre lotes de 5 km, aunque en general las distancias fueron mayores. Se tomaron trayectos de rutas principales, secundarias y caminos vecinales abarcando 10 partidos del SO de Buenos Aires (Imagen 1). Las espigas guardadas en laboratorio en sobres de papel se trillaron manualmente. Al año siguiente, las semillas de las 115 poblaciones colectadas se sembraron en macetas rectangulares de 40cm x 15cm y 12cm de profundidad. La cantidad de plántulas finales logradas osciló entre 17 y 35 por maceta. Las macetas permanecieron afuera y reparadas de los vientos por un cerco de media sombra y se regaron convenientemente.

Las dosis utilizadas en los tratamientos son las recomendadas en el marbete, normalmente utilizadas en los sistemas agrícolas de la región, consideradas eficaces para poblaciones susceptibles. Las aplicaciones se efectuaron en plantas de *Lolium* sp. en 3-4 macollos en promedio empleando un equipo experimental de presión constante (CO<sub>2</sub>) equipado con pastillas XR 11002, entregando 250 l ha<sup>-1</sup> sobre las macetas colocadas en fila y al azar, con dos repeticiones por tratamientos. Del total de poblaciones los tratamientos 1, 2 y 3 se aplicaron en 78, el tratamiento 4 se aplicó en 101 y el tratamiento 5 en 97 de las 115 poblaciones, de acuerdo disponibilidad de macetas de cada una de ellas. Posteriormente, se reubicaron en su lugar definitivo en el mismo sector de cría.

Luego de aplicados los tratamientos, cuando se comenzaron a manifestar los síntomas se efectuaron evaluaciones visuales de control y finalmente se efectuó el conteo de plantas que sobrevivieron a los tratamientos en cada una de las macetas para calcular el porcentaje de plantas sobrevivientes. En función

del porcentaje de plantas sobrevivientes se clasificaron las poblaciones en tres niveles: susceptibles (sin sobrevivencia), resistencia en desarrollo (1 a 19% de sobrevivencia) y resistentes (supervivencia del 20% en adelante) siguiendo los criterios utilizados por Owen *et al.* (2007) y en el anterior relevamiento (Vigna *et al.*, 2017). En base a los resultados, se realizó un análisis de componentes principales (biplot), utilizando el paquete estadístico Infostat, tomando las poblaciones como variables respuesta y los porcentajes de supervivencia a los diferentes herbicidas como variables explicatorias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de poblaciones de *Lolium* sp., provenientes de diferentes lotes de trigo y cebada del SO bonaerense, resistentes a inhibidores de la EPSPS fue de 57% y 26,9 % de las poblaciones mostraron resistencia a inhibidores de la ALS (Cuadro 1). Con respecto a los inhibidores de la ACCasa, se encontró un 39,7 %, 10,3 % y 8,9 % de poblaciones resistentes a DEN, FOP y DIM, respectivamente. El 4,5% de las poblaciones fueron resistentes a los cinco herbicidas, el 28 % fueron resistentes a dos o más herbicidas y solo el 11 % de las poblaciones fueron susceptibles a todos los herbicidas evaluados (Cuadro 2).

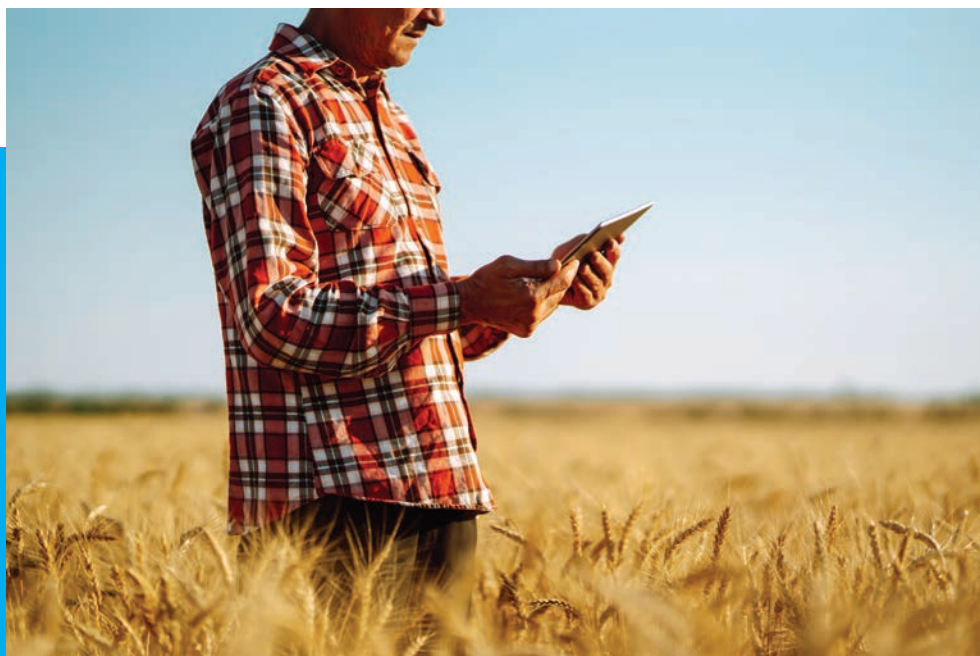
Al comparar con el relevamiento efectuado en 2013 (siguiendo una metodología y criterio semejante) surge como lo más notorio el incremento en la proporción de poblaciones con resistencia múltiple, el fuerte crecimiento la proporción con resistencia a inhibidores de la EPSPS, y menor incremento en la proporción de poblaciones con resistencia a inhibidores de la ALS y pinoxaden (inh. de la ACCasa). En la Figura 1 se comparan los resultados obtenidos en los relevamientos de 2013 y 2016 tomando como referencia los mismos 10 partidos del SO de la Provin-

cia de Buenos Aires, ya que en 2013 se había incluido algún partido más. Es evidente la tendencia hacia el incremento del porcentaje de poblaciones con resistencia a glifosato, así como en los casos de “resistencia en desarrollo”. Por otro lado, la proporción de poblaciones con resistencia a inhibidores de la ALS se incrementó levemente, aunque se observó una tendencia creciente en la proporción de poblaciones con resistencia en desarrollo. Para los inhibidores de la ACCasa (DEN) se observó una reducción en el porcentaje de poblaciones con “resistencia en desarrollo” que, aparentemente, estuvo compensado por el incremento en la proporción de poblaciones resistentes. Estos registros marcarían diferencias respecto a las poblaciones de *Lolium* australianas, donde el porcentaje de poblaciones con resistencia a glifosato luego de 25 años fue muy bajo, comparado con los de los otros mecanismos como inhibidores de la ALS y ACCasa (Broster *et al.*, 2019).

En el biplot que surgió del análisis de componentes principales, proyectando cada población ortogonalmente sobre los vectores se observa que hay poblaciones con un alto porcentaje de sobrevivencia a FOP y DIM, otras a DEN e inhibidores de ALS, y otras a inhibidores de EPSPS. Los ángulos entre los vectores que representan las variables explicatorias pueden interpretarse en tér-

minos de las correlaciones entre variables. Ángulo cercano a cero implica que ambas variables están fuertemente correlacionadas en forma positiva como inhibidores a ALS y DEN o FOP y DIM. De esta manera, podría hipotetizarse que aquellas poblaciones que manifiestan resistencia a inhibidores de ALS tendrán altas probabilidades de mostrarla también a DEN, y aquellas que lo sean FOP a DIM y todas estas tendrían menor índice de resistencia a glifosato.

Esta situación complica seriamente el manejo de las poblaciones de *Lolium* en el Sur de Buenos Aires, ya que los dos principales herbicidas utilizados en postemergencia (Axial y Hussar Plus) tendrían una respuesta similar a pesar de corresponder a dos mecanismos de acción diferentes. Estudios previos efectuados por Yannicari *et al.* (2018) demostraron la existencia de una alta frecuencia de poblaciones con mecanismos metabólicos de resistencia en más de 80 poblaciones de *Lolium* evaluadas durante tres años. Observaron una muy alta asociación de la resistencia múltiple a pinoxaden y mesosulfuron+idososulfuron con las poblaciones evaluadas, encontrándose solo ocasionalmente alguna población con un origen de la resistencia diferente a este mecanismo no asociado al sitio de acción. Los resultados del presente trabajo aparentemente coincidirían con lo observa-



do en condiciones de laboratorio por Yanicari *et al.* (2018), donde los mecanismos de detoxificación fueron los que definieron la resistencia y no los sitios específicos de actividad de los herbicidas.

En Australia, Han *et al.* (2016) observaron que 79% de las poblaciones resistentes a diclofop metil (inh. de la ACCasa FOP) mostraron resistencia metabólica, el 91% contenían genotipos con mutaciones relacionadas con la resistencia a inhibidores de la ACCasa y el 70% a ambos mecanismos. En la Argentina, hasta fines de los 90' el herbicida líder para el control de raigrás era diclofop metil. Luego de glifosato, fue el primero en seleccionar resistencia sobre *Lolium* (Vigna, 2011). Posiblemente, el incremento en la resistencia de diclofop en *Lolium* pasaba desapercibida originalmente porque la monocultura triguera no era tan frecuente. Desde la primera década del 2000, pinoxaden y los herbicidas inhibidores de la ALS (iodosulfuron, mesosulfuron y metsulfuron) se utilizaron masivamente en post emergencia. La irrupción en el mer-

cado de pinoxaden significó un impacto muy importante para el control de la maleza dada su elevada eficacia a las dosis comerciales propuestas desde la empresa. Ello posiblemente permitió que fuera utilizado en dosis menores a las de marbete y también en algunos casos durante barbecho por el circunstancial menor costo relativo respecto a otros herbicidas del momento. Otro aspecto que también surge respecto a elementos comunes entre estos dos herbicidas (Axial y Hussar Plus) es que sus formulaciones incluyen un safener similar para protección de trigo y cebada mediante la detoxificación del herbicida.

En Australia, donde la frecuencia de resistencia a inhibidores de la ACCasa es muy alta para los FOP (más de 80%) y para DEN (70-80), Broster *et al.* (2019) luego de 25 años de monitoreos observaron un incremento sostenido de la resistencia a los FOP, también a glifosato (aunque el porcentaje general es bajo), pero no vieron cambios en inhibidores de la ACCasa DEN (pinoxaden) y DIM. En el presente trabajo, con menor

**Cuadro 1.** Respuesta de poblaciones de *Lolium* provenientes de diferentes lotes de trigo y de cebada del SO bonaerense a 5 herbicidas. Resistentes: (sobrevivencia mayor 20%), en desarrollo: (sobrevivencia 1-19%), susceptibles: sin sobrevivencia.

|                       | Inh. EPSPS | Inh. ALS | Inh.ACCasa DEN | Inh.ACCasa FOP | Inh. ACCasa DIM |
|-----------------------|------------|----------|----------------|----------------|-----------------|
| Muestra (poblaciones) | 78         | 78       | 78             | 97             | 101             |
| Resistentes           | 57,7       | 26,9     | 39,7           | 10,3           | 8,9             |
| En desarrollo         | 38,5       | 51,3     | 57,7           | 23,7           | 27,7            |
| Susceptibles          | 3,8        | 21,8     | 2,6            | 66,0           | 63,4            |

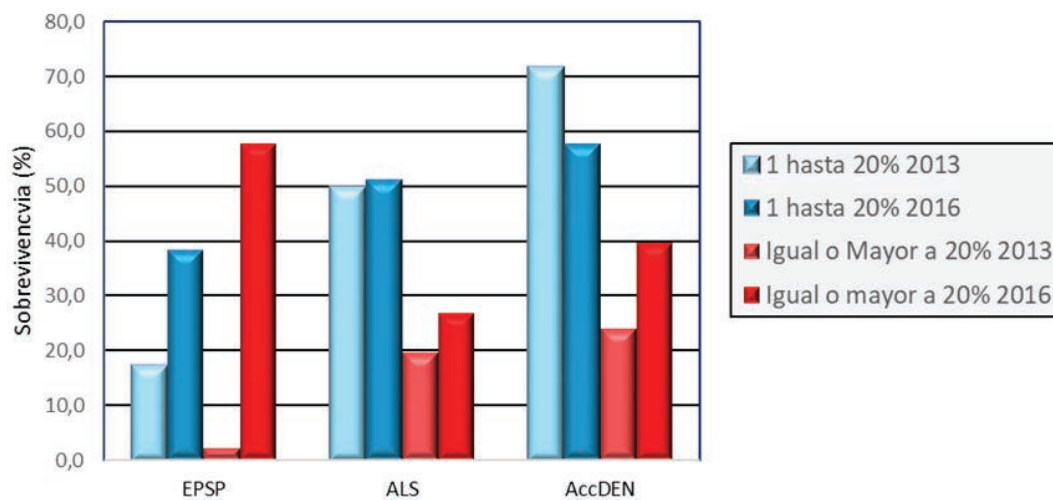
**Cuadro 2.** Estado de la resistencia múltiple en poblaciones de *Lolium* cosechadas en 2016 en el SO de Buenos Aires.

| Herbicidas                                   | Poblaciones resistentes a uno o más herbicidas (%) |               |
|--|--|---------------|
|  | Resistentes  | En desarrollo |
| 5  | 4,5  | 0,9           |
| 4  | 2,7  | 5,4           |
| 3  | 2,7  | 11,7          |
| 2  | 18,0   | 28,8          |
| 1  | 27,0   | 30,6          |
| Resistentes por lo menos a 1 herbicida       |  | 55,0          |
| No resistentes (Susceptibles+ en desarrollo) |  | 45,0          |
| Susceptibles a todos                         |  | 11,7          |

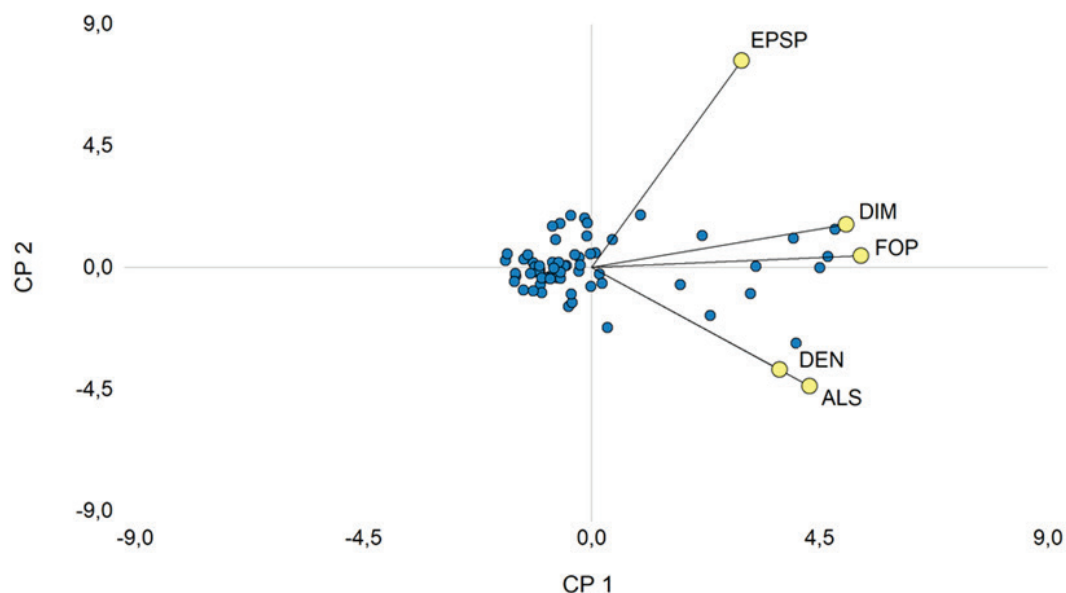
número de años de monitoreo, se vio un incremento en la proporción de poblaciones con resistencia a glifosato y a inhibidores de la ACCasa DEN.

Viendo los datos australianos y los presentados en el presente trabajo, se podría hipotetizar que las poblaciones de *Lolium* mostrarían un patrón de resistencia diferente. En

Australia (Condom, 2019) se observó que el 90 % o más de las poblaciones resistentes a FOP lo fueron también a los DEN y menos del 40 % a los DIM. Por otro lado, cuando analizan las poblaciones resistentes a cleto-dim, de estas solo 30% fueron resistentes a FOP y DEN ya su vez, dentro de los ciclo hexadionas la menor asociación fue con las



**Figura 1.** Supervivencia de poblaciones de *Lolium* spp. a la aplicación de herbicidas evaluada a partir de semillas cosechadas en 2013 y 2016 en los mismos partidos del SDe Buenos Aires.



**Figura 2.** Biplot, representación gráfica de poblaciones de *Lolium* como puntos azules y variables explicatorias (porcentaje de supervivencia a herbicidas) como vectores. Poblaciones colectadas en 2016/17. EEA BORDENAVE.

poblaciones resistentes a tralkoxidim y la mayor con butroxidim.

Estos relevamientos secuenciales del estado de la resistencia de poblaciones de malezas en lotes comerciales de cultivos para cosecha, en este caso *Lolium*, sin duda proveen elementos muy importantes para proponer estrategias de manejo de la resistencia poniendo énfasis en aspectos más vulnerables de los patrones de resistencia preentes en el área relevada.

### CONCLUSIONES

El relevamiento de resistencia a herbicidas de poblaciones de *Lolium* del SO de Buenos Aires en diciembre de 2016 mostró un porcentaje de poblaciones con resistencia a glifosato del 57%, y del 26,9; 39,7; 10,3 y 8,9 % de poblaciones resistentes para inhibidores de la ALS y ACCasa DEN, FOP y

DIM, respectivamente.

Un 28% de las poblaciones fueron resistentes a dos o más herbicidas y solamente el 11% de las poblaciones fueron totalmente susceptibles a todos los herbicidas.

Se diferenciaron tres patrones de resistencia según las asociaciones entre la supervivencia a los principios activos y a) poblaciones principalmente resistentes a inhibidores de la EPSPS, b) poblaciones resistentes a inhibidores de la ACCasa FOP y DIM y c) poblaciones con resistencia múltiplea inhibidores de la ALS y ACCasa DEN.

Los datos presentados refuerzan la idea de que el manejo de la resistencia basado solamente en el cambio de sitios de acción de herbicidas en aplicaciones selectivas en cultivos de trigo y cebada no es efectivo.



**Los datos presentados refuerzan la idea de que el manejo de la resistencia basado solamente en el cambio de sitios de acción de herbicidas en aplicaciones selectivas en cultivos de trigo y cebada no es efectivo.**



## Bibliografía

- BETTS KJ, EHLKE NJ, WYSE DN, GRONWALD JW & SOMERS DA (1992) Mechanism of inheritance of diclofop resistance in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). *Weed Science* 40 (2): 184-189
- BROSTER JC, PRATLEY JE, IPRL, ANG L & SENG K.P (2019) A quarter of a century of monitoring herbicide resistance in *Lolium rigidum* in Australia. *Crop and Pasture Science* 70(3): 283-293
- CONDON K (2019) Twenty-five years of testing annual ryegrass resistance – it's a numbers game. Australian Herbicide Resistance Initiative (AHRI). <https://ahri.uwa.edu.au/twenty-five-years-of-testing-annual-ryegrass-resistance-its-a-numbers-game/>
- DE PRADO R, GONZALEZ-GUTIERREZ J, MENENDEZ J, GASQUEZ J, GRONWALD JW & GIMENEZ-ESPINOSA R (2000) Resistance to acetyl CoA carboxylase inhibiting herbicides in *Lolium multiflorum*. *Weed. Sci.* 48: 311-318.
- 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.
- ESPINOZA N & DIAZ J (2005) Situación de la resistencia de malezas a herbicidas en cultivos anuales en Chile. Seminario Taller Iberoamericano Resistencia a Herbicidas y cultivos Transgénicos. INIA –FAO, Facultad de Agronomía Universidad de la República. Colonia, Uruguay, p. 74-82.
- GALLI AJB, MAROCHI AI, CHRISTOFFOLETI P, TRENTIN J & TOCHETTO S (2005) Ocorrência de *Lolium multiflorum* Lam resistente a glyphosate no Brasil. Seminario Taller Iberoamericano Resistencia a Herbicidas y cultivos Transgénicos. INIA –FAO, Facultad de Agronomía Universidad de la República. Colonia, Uruguay.
- GASQUEZ J, GIMÉNEZ-ESPINOSA R, GRONWALD J & DE PRADO R (1996) Resistencia a los herbicidas de ariloxifenoxipropionatos en un biotipo *Lolium multiflorum* encontrado en Francia. Pág. 78-79. En: DE PRADO R, JORRIN J, GARCÍA-TORRES L & MARSHALL G (eds.) Actas del Simposio internacional sobre resistencia de malezas y cultivos a herbicidas. Córdoba, España: Universidad de Córdoba
- GRONWALD W, EBERLEIN CV, BETTS K, BAERG RJ, EHLKE N. & WYSE D (1992) Mechanism of diclofop resistance in an Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) biotype. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 44(2): 126-139
- HAN H, YU Q, OWEN MJ, CAWTHRAY G & POWLES S (2016) Widespread occurrence of both metabolic and target-site herbicide resistance mechanisms in *Lolium rigidum* populations. *Pest Management* 72 (2): 255-263.
- HEAP I & KNIGHT R (1986) The occurrence of herbicide cross-resistance in a population of annual ryegrass, *Lolium rigidum*, resistant to diclofop-methyl. *Australian Journal of Agricultural Research* 37: 149-156
- HEAP J & KNIGHT R (1982) A population of ryegrass tolerant to the herbicide diclofop-methyl. *J Aust. Inst. Agric. Sci.* 48: 156-157
- 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.
- OWEN MJ, MICHAEL AC, WALSH J, LLEWELLYN RS & POWLES SB (2007) Widespread occurrence of multiple herbicide resistance in Western Australian annual ryegrass (*Lolium rigidum*) populations *Australian Journal of Agricultural Research*, 58: 711-718.
- PEREZ A & KOGAN M (2003) Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in Chilean orchards. *Weed Research* 43:12-19.
- PEREZ-JONES A, PARK K, COLQUHOUN J, MAL-LORY-SMITH C & SHANER D (2005) Identification of glyphosate-resistant Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) in Oregon. *Weed Science* 53 (6): 775-779
- POWLES SB & YU Q (2010) Evolution in action: plants resistance to herbicides. *Annu. Rev. Plant Biol.* 61:317-47.
- PRATLEY J, BAINES P, EBERBACH P, INCERTI M & BROSTER J (1996) Glyphosate resistance in annual ryegrass. *Proc. Eleventh Ann. Conf. Grassld. Soc. NSW* pp: 121-122.
- STANGER CE & AP APPLEBY (1989) Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) accessions tolerant to diclofop. *Weed Science*, 37: 350-352
- TAYLOR JM & COATS GE (1996) Identification of sulfo-meturon-resistant Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) selections. *Weed Technology* 10 (4): 943-946.
- VIGNA MR, LÓPEZ RL & GIGÓN R (2011) Resistencia de *Lolium multiflorum* L. a diclofop-metil en el SO de Buenos Aires, Argentina. Actas CD XX Congreso ALAM. Chile. Trabajo presentado en el XX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). Viña del Mar – Chile, 4 -9 diciembre de 2011. Actas del Congreso en CD
- VIGNA MR, GIGÓN R, YANNICARI M, ISTILART CM & PIZARRO MJ (2017) Evaluación preliminar del estado de la resistencia de *Lolium* sp. y *Avena fatua* L. en el SO de Buenos Aires, Argentina. XXIII Congreso Latinoamericano de Malezas. III Congreso Iberoamericano de Malezas.
- VIGNA MR, LÓPEZ RL, GIGÓN R & MENDOZA J (2008) Estudios de curvas dosis- respuesta de poblaciones de *Lolium multiflorum* a glifosato en el SO de Buenos Aires, Argentina. XXVI Congreso Brasileiro de Plantas Daninhas, XVIII Congreso de ALAM, mayo 2008. Ouro Preto, BRASIL. Editora: SBCPD.
- YANNICARI M, ISTILART C & GIMENEZ D (2009) XII Congreso de SEMh, XIX Congreso de ALAM, II Congreso Iberoam. Cs. Maleza. Lisboa Actas Tomo 2: 521-524.
- YANNICARI M, GIGÓN R, ISTILART CM & CASTRO M (2018) Mecanismos de resistencia a múltiples herbicidas en poblaciones de *Lolium* sp del sur de la provincia de Buenos Aires. II Congreso Argentino de Malezas ASACIM, pp: 242
- YANNICARI M, ISTILART C, GIMÉNEZ D & CASTRO A (2015) Inheritance of glyphosate resistance in *Lolium perenne* and hybrids with *Lolium multiflorum*. *Crop Protection* 71: 72 - 78.
- YANNICARI M, VILA-AIUB M, ISTILART C, ACCIARESINI H & CASTRO A (2016) Glyphosate resistance in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) is associated with a fitness penalty. *Weed Science* 64: 71-79.

