

UNA PUBLICACIÓN DE ASACIM

MALEZAS



Editorial

El manejo de malezas es uno de los principales desafíos para los productores argentinos ya que a pesar de los esfuerzos y el desarrollo tecnológico, las malezas mantienen su persistencia, los biotipos resistentes aumentan así como los costos de producción. En este contexto, es importante difundir conocimiento generado en nuestro país para encontrar soluciones eficaces basadas en la evidencia científica.

Les presentamos los contenidos del cuarto número de nuestra revista, donde podrán encontrar artículos de investigación relevantes y una entrevista a un investigador de prestigio internacional como el Dr. Jason Norsworthy. Toda esta información es 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 candentes relacionados con el manejo de algunas malezas muy importantes por la superficie que ocupan en la Argentina, como *Amaranthus* sp. y *Conyza sumatrensis* y otra maleza preocupante en el sur de Buenos Aires como *Brassica rapa*. Las dos primeras. En ellos participaron autores tanto del sector público (UBA, UNR, UNLP, INFIVE-CONICET, IFEVA-CONICET, INTA, EEA Chacra Barrow), como del sector privado (AACREA, Corteva, Syngenta).

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, Sipcarn, SpeedAgro, Sumitomo Chemical, SummitAgro, Syngenta, Tropfen.

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/publicaciones/>

Aprovechamos además para invitarlos al III Congreso Argentino de Malezas – ASACIM a realizarse los días 9 y 10 de junio de 2021.

Cordialmente

Elba de la Fuente

Comité Editorial

revistamalezas.asacim@gmail.com

staff

Comisión Directiva de ASACIM

Presidente: Julio Scursoni

Vicepresidente: Eduardo Cortés

Secretario: Pablo Kalnay

Prosecretario: Betina Kruk

Tesorero: José María Cichero

Protesorero: Elba de la Fuente

Vocales Titulares: Luis

Lanfranconi y Daniel Tuesca

Vocal Suplente: Juan Carlos Papa

Comisión Asesora de Cuentas de ASACIM

Miembros Titulares: Sebastián Sabaté,

Mario Vigna y María Luz Zapiola

Miembro Suplente: Roberto Javier Crespo

Equipo Editorial

Coordinador: Elba de la Fuente

Comité Editor: Roberto Javier Crespo,

Patricia Diez de Ulzurum, Diego Ustarroz,

Mario Vigna y María Luz Zapiola

Producción: HA ediciones

Este número se realizó gracias al apoyo recibido por estas empresas



W C I D I N I

4

Respuesta de variedades silvestres de *Brassica rapa* (Brassicaceae) a la aplicación de 2,4-D

18

Diseño y evaluación a campo de estrategias de manejo de biotipos resistentes a herbicidas de yuyo colorado (*Amaranthus* sp.) en cultivos de soja (*Glycine max*) en la Argentina

36

Entrevista
Jason Keith Norsworthy

48

Evaluación del herbicida byciclopirona para el control de *Amaranthus palmeri* S. Watson, en pre-siembra del cultivo de maíz

54

Eficacia de control de diferentes formulaciones de 2,4-D y otros herbicidas auxínicos sobre *Amaranthus hybridus* resistente a glifosato en la Argentina

64

Aporte de diferentes herbicidas hormonales al control químico de rama negra (*Conyza sumatrensis*) en un barbecho corto previo a un cultivo estival

72

Respuesta a herbicidas con diferentes modos de acción (HRAC) en poblaciones de *Amaranthus hybridus* L. de la 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

Respuesta a herbicidas con diferentes modos de acción (HRAC) en poblaciones de *Amaranthus hybridus* L. de la Argentina

Scursoni JA¹, Vila Aiub MM^{1,2}, Tuesca D³, Balassone F³, Morello JP¹, Medina Herrera D¹, Lescano C³, Montero Bulacio N³, Crespo RJ³ y Depetris M³.

¹Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía. ²IFEVA/CONICET

³Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

Citar como: Scursoni et al. (2020) Respuesta a herbicidas con diferentes modos de acción (HRAC) en poblaciones de *Amaranthus hybridus* L. de la Argentina. *Malezas* 4, 72-84.

RESUMEN

Amaranthus hybridus L. (yuyo colorado) es actualmente una de las especies maleza más problemáticas en los sistemas de producción de cultivos primavera estivales. Durante diciembre y febrero (2018-2019) se estudió en la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNR y la Facultad de Agronomía de la UBA, la respuesta a distintos herbicidas de 50 poblaciones de *A. hybridus*. Los individuos de cada una de las poblaciones estudiadas se obtuvieron a partir de semillas cosechadas en lotes de producción de soja de diferentes áreas de producción, durante la campaña 2017-18. Se evaluó la respuesta a 2,4-D (1140 g e.a. ha⁻¹), dicamba (560 g e.a. ha⁻¹), fomesafén (250 g ha⁻¹), topramezone (34 g ha⁻¹) y glifosato (1080 g e.a. ha⁻¹). Los herbicidas se aplicaron en cabina estática con un volumen de 140 l ha⁻¹ y sobre plantas entre 2 a 6 hojas. A los 30 días de aplicados se cuantificó la supervivencia de individuos para cada tratamiento. En el conjunto de las poblaciones 84% y 76% fueron absolutamente susceptibles (supervivencia 0%) a 2,4-D y dicamba, respectivamente. No se identificaron poblaciones absolutamente susceptibles a los otros herbicidas evaluados.

El 43%, 72% y 82% de las poblaciones presentaron supervivencia mayor a 60% a fomesafén, topramezone y glifosato, respectivamente. Más del 90% de las poblaciones presentaron elevados valores de supervivencia a glifosato, sin embargo, siguen encontrándose algunas susceptibles. Las diferencias en los valores de supervivencia permiten inferir la existencia de variabilidad genética para estos modos de acción, sobre la que podrían actuar los herbicidas, promoviendo procesos de selección de resistencia. Los resultados obtenidos sugieren la necesidad prioritaria de aplicar otras prácticas de manejo culturales que conserven la utilidad y la eficacia de los diferentes herbicidas, particularmente de los auxínicos.

Palabras clave: herbicidas auxínicos, fomesafen, topramezone, glifosato.

SUMMARY

Amaranthus hybridus L. (pigweed) is currently one of the most problematic weed species in spring-summer crop production systems. During December and February (2018-19) the response to different herbicides from fifty populations of *A. hybridus* was studied at the Faculty of Agronomy (UNR) and the Faculty of



Agronomy (UBA). Individuals from each of the studied populations were obtained from seeds harvested in soybean fields from different production areas, during the 2017-18 season. The response to 2,4-D (1140 g e. a.ha⁻¹), Dicamba (560 g e.a. ha⁻¹), Fomesafén (250 g ha⁻¹), Topramezone (34 g ha⁻¹) and Glyphosate (1080 g e.a. ha⁻¹) were evaluated. Herbicides were applied in a static cabin with volume of 140 l ha⁻¹ and 30 days after application, the survival of individuals was quantified for each treatment. In all the populations, 84% and 76% were absolutely susceptible (survival 0%) to 2,4-D and Dicamba, respectively. There were not totally susceptible populations to the other herbicides evaluated. The 43%, 72% and 82% of the populations presented survival greater than 60% to fomesafén, topramezone and glyphosate, respectively. More than 90% of the populations presented high glyphosate survival values, however some susceptible ones are still found. The differences in survival values allow us to infer the

existence of genetic variability for these modes of action, on which herbicides could act, promoting resistance selection processes. The results obtained suggest the priority to apply management practices that preserve the usefulness and efficacy of different herbicides, particularly auxinics.

Key words: auxinic herbicides, fomesafén, topramezone, glyphosate.

INTRODUCCIÓN

Argentina es actualmente el tercer productor mundial de soja (53 millones de t), siguiendo a Brasil (131 millones de t) y Estados Unidos (112 millones de t) (CAPECO, 2020). La siembra de soja se incrementó a razón de 0,9 millones ha año⁻¹ durante los primeros quince años desde la incorporación de los materiales transgénicos resistentes a glifosato en 1996, habiéndose alcanzado casi la totalidad del área sembrada con materiales GR (resistentes a glifosato) en un período aproximado de 6 a

Los resultados obtenidos sugieren la necesidad prioritaria de aplicar prácticas de manejo que conserven la utilidad y eficacia de los diferentes herbicidas, en este caso, particularmente los auxínicos.

7 años (Ministerio de Agricultura, 2020, ArgenBio, 2020). La incorporación de la soja transgénica evolucionó paralelamente a la adopción del sistema de siembra directa. Se estima que el 90 % de la superficie sembrada con cultivos de producción de granos en la Argentina, se realiza en siembra directa (AAPRESID, 2020), lo cual generó un significativo incremento del uso de herbicidas durante el período de barbecho (barbecho químico), particularmente de glifosato. Más allá de las ventajas conservacionistas de la siembra directa, la masiva utilización de herbicidas y la escasa adopción de prácticas alternativas tales como cultivos de cobertura (Scursoni *et al.* 2019), conformaron un escenario favorable para la selección de poblaciones de malezas resistentes. El primer caso de resistencia en la Argentina corresponde a *Amaranthus quitensis* L. (sinónimo de *A. hybridus*, nombre común yuyo colorado), resistente a herbicidas inhibidores de ALS registrado en 1996 (Tuesca & Nisensohn, 2001). Posteriormente en 2005, se documentó *Sorghum halepense* (L.) Pers. resistente a glifosato (Heap, 2020) y actualmente se encuentran registradas 21 especies con un total de 39 biotipos resistentes a herbicidas, predominando la resistencia a glifosato (REM, 2020). Entre las diferentes especies citadas con resistencia a herbicidas, *Amaranthus hybridus* L. es la segunda en cantidad de hectáreas afectadas, detrás de *Conyza* spp. (REM, 2020).

A. hybridus es una especie anual, per-

teneciente a la familia de las Amaranáceas que genera severas pérdidas de rendimiento en cultivos. Vitta *et al.* (2000), registraron pérdidas de rendimiento del orden de 20% cuando la cobertura de la maleza en la etapa inicial del cultivo fue de 20%.

La polinización en *A. hybridus* es predominantemente autógama (Brenner *et al.* 2000, Costea *et al.* 2001), llegando a producir más de 250.000 semillas por planta en condiciones sin competencia y conteniendo 2800 semillas por gramo (Sellers *et al.* 2003). Las semillas son dispersadas por el viento, los animales, los pájaros y mediante la maquinaria agrícola. Schwartz *et al.* (2016), en estudios realizados con *A. palmeri* S. Wats. y *A. retroflexus* L. registraron alta retención de semillas en planta al momento de madurez del cultivo de soja. Esta característica representa un interesante potencial biológico para su manejo mediante la captura o destrucción de semillas al momento de cosecha. No obstante, dadas las diferencias en fenología de las distintas especies, debería ajustarse este método al caso de *A. hybridus*.

La adopción del sistema de siembra directa favoreció la expansión de *A. hybridus*, así como de otras especies tales como *Conyza* spp., *Echinochloa colona* (L.) Link, *Eleusine indica* (L.) Gaertn., que por su pequeño tamaño de semilla emergen favorablemente desde la superficie o estratos subsuperficiales del suelo (Buhler, 1992, Cardina *et al.*,



syngenta

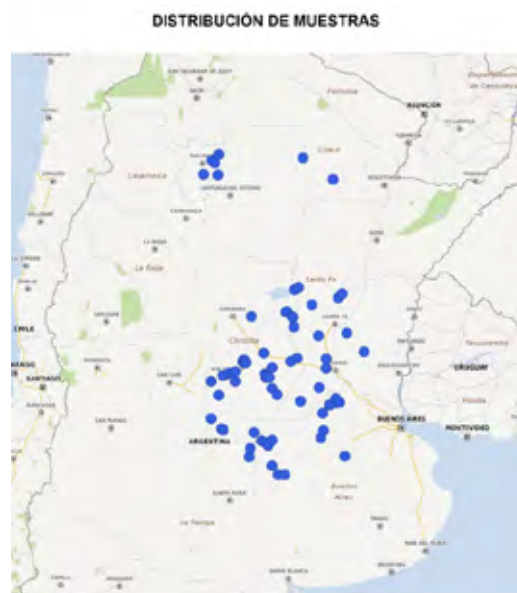


Figura 1. Distribución geográfica de las poblaciones evaluadas (símbolos en azul)

1991, Faccini & Vitta, 2007, Wu *et al.*, 2007, Chauhan & Johnson, 2009).

El incremento del área cubierta por *A. hybridus* representa un serio problema para los productores dada la dificultad de su control con herbicidas ante los crecientes casos de resistencia. El primer caso de resistencia en esta especie fue a inhibidores de fotosistema II. Esta especie ha adquirido resistencia a cinco diferentes sitios de acción con numerosos casos de resistencia múltiple. A la fecha se registran 32 casos de resis-



Figura 2. Cabina pulverizadora estacionaria utilizada en la aplicación de los tratamientos herbicidas.

tencia en el mundo de los cuales cinco corresponden a la Argentina: inhibidores de ALS (1996), inhibidores de EPSPS (glifosato, 2013), inhibidores de ALS y glifosato (2014), glifosato, 2,4-D y dicamba (2016) y 2,4-D y dicamba (2016). Es interesante destacar que los casos de resistencia a herbicidas auxínicos en *A. hybridus*, sólo se han registrado en la Argentina. En el total de casos de resistencia, los más frecuentes corresponden a herbicidas inhibidores del fotosistema II e inhibidores de ALS (Heap, 2020).

Cuadro 1. Tratamientos experimentales

N°	Herbicida	Dosis g i.a. ó a.e. ha ⁻¹	Dosis ml p.c. ha ⁻¹
1	2,4-D (sal colina)*	1140 a.e.	2500
2	Dicamba DGA*	560 a.e.	1600
3	Fomesafen*	250 i.a.	1000
4	Topramezone **	34 i.a.	100
5	Glifosato	1080 a.e.	2000
4	Clopyralid	3,2	Lontrel
5	Picloran	28,8	Tordon 24 K
6	Fluroxypyr	132,2	StaraneXtra
7	2,4D + Dicamba	912 + 72	Enlist + Banvel
8	Testigo (sin control)	0	

*Agregado de coadyuvante Rizospray Extremo (200 ml ha⁻¹)

**Dash MSO Max a 250 ml ha⁻¹



Figura 2. Cabina pulverizadora estacionaria utilizada en la aplicación de los tratamientos herbicidas.

En los últimos años, ante reiteradas fallas de control fueron frecuentes las consultas respecto a la presencia de poblaciones resistentes. En este marco, se planteó el presente estudio cuyo objetivo fue cuantificar la supervivencia de individuos de *A. hybridus* a tratamientos con herbicidas auxínicos (dicamba y 2,4-D), inhibidores de la HPPD (topramezone), la PPO (fomesafen) y la EPSPS (glifosato), en 50 poblaciones localizadas dentro del área de producción de soja en la Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Poblaciones evaluadas

Entre febrero y abril de 2018 se recolectaron semillas de *A. hybridus* en diferentes sitios distribuidos en las provincias de Santiago del Estero, Tucumán, Chaco, Buenos Aires, La Pampa, Córdoba, Entre Ríos y Santa Fe (Figura 1). En total se cosecharon panojas en más de 50 lotes de producción de soja. Las panojas se trillaron posteriormente para obtener suficiente cantidad de semillas por cada sitio (población), y se seleccionaron las 50 poblaciones con mayor cantidad de semillas.

Establecimiento de plántulas

Los experimentos se llevaron a cabo en dos sitios (**Sitio 1:** Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA) y **Sitio 2:** Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Rosario (FCA-UNR). En la FAUBA, las semillas se sembraron en cajas con AGAR (0,8% v/v) y se incubaron a temperaturas alternadas de 20/30°C (12h/12h), hasta lograr plántulas adecuadas para su trasplante definitivo a macetas de 0,5 l. En la FCA-UNR, las semillas se colocaron en cajas de Petri con papel de filtro humedecido y se incubaron a temperaturas alternadas de 25/35°C (10h/14h). A las 24-48 horas se trasplantaron las semillas pre-germinadas en macetas de 0,5 l. En ambos sitios las plántulas se mantuvieron en condiciones controladas de humedad durante todo el experimento.

Tratamientos y diseño experimental

En ambos sitios, el diseño experimental fue en bloques completos y aleatorizados, con 6 repeticiones de cada tratamiento y 4 plantas por repetición, totalizando 24 plantas/tratamiento. Se

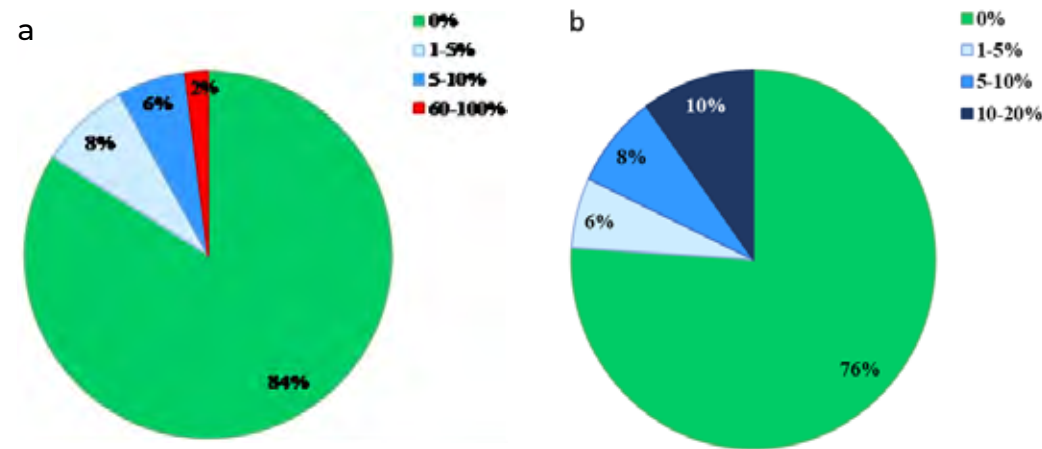


Figura 4. Distribución de la supervivencia a 2,4-D (a) y Dicamba (b) en el total de las poblaciones estudiadas a los 30 DDA (los colores de los cuadrados del margen superior indican los niveles de supervivencia).

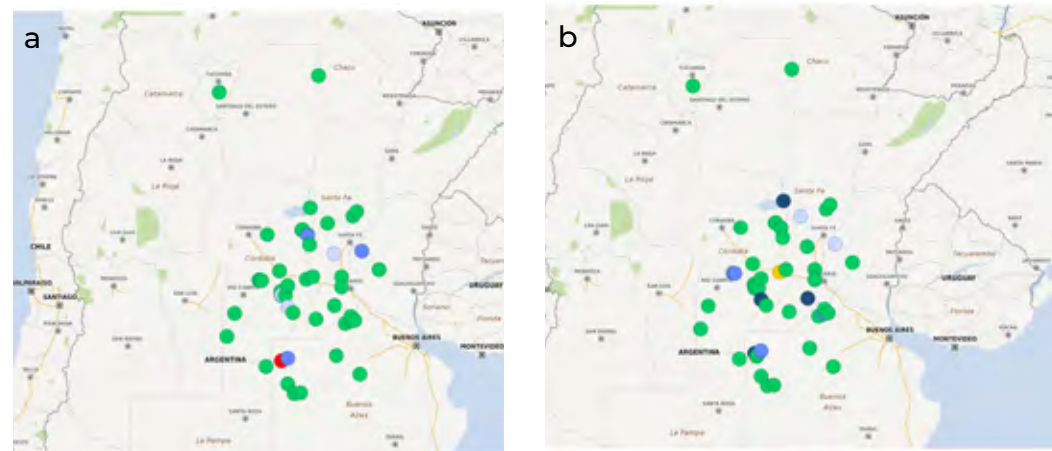


Figura 5. Distribución de la supervivencia a 2,4-D (a) y Dicamba (b) en el total de las poblaciones estudiadas a los 30 DDA (los colores de los cuadrados del margen superior indican los niveles de supervivencia).

realizaron 6 tratamientos, incluyendo el testigo sin herbicida (Cuadro 1).

Aplicación de herbicidas y evaluación

La aplicación de los herbicidas se realizó empleando cabinas pulverizadoras estacionarias (Figura 2) con una presión de trabajo de 3 bares y volúmenes de aplicación de 116 y 140 l ha⁻¹ en la FAUBA

y la FCA-UNR, respectivamente. En el promedio de las poblaciones y tratamientos, las plantas se encontraban en un estado de 2 a 7 hojas al momento de aplicar los herbicidas (Figura 3).

A los 30 días después de la aplicación (DDA) se realizó la evaluación de supervivencia, expresada como la proporción de individuos sobrevivientes respecto al total establecidos en cada repetición

(maceta). Se consideró individuo sobreviviente todo aquel con presencia de área fotosintética al momento de evaluación.

Análisis y presentación de datos

Para cada tratamiento, los valores de supervivencia (%) se calcularon considerando el promedio de la relación entre plantas vivas por repetición respecto al total de plantas presentes antes de la aplicación. Posteriormente, para su presentación, los resultados se agruparon en diferentes rangos de supervivencia variables entre tratamientos y posteriormente se expresó la proporción (%) de poblaciones correspondiente a cada rango de supervivencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Herbicidas auxínicos

En el conjunto de las poblaciones estudiadas, la supervivencia a los tratamientos con herbicidas auxínicos fue menor que con los demás tratamientos. En el caso del 2,4-D, el 84% de las poblaciones fueron totalmente susceptibles, esto es, no se hubo individuos sobrevivientes. Solo una población mostró una supervivencia mayor a 60% (Figura 4).

En el caso del tratamiento con dicamba, no se registró ninguna población con valores de supervivencia mayor a 20%. Sin embargo, el porcentaje de poblaciones con 0% de supervivencia fue menor que el registrado con 2,4-D (Figura 4). Si bien el número de plantas sobrevivientes es bajo, debe considerarse que las dosis aplicadas en ambos herbicidas hormonales son más altas que las utilizadas habitualmente, ya que se corresponden con tecnologías de materiales de soja tolerantes a 2,4-D y dicamba. En el caso de soja tolerante a 2,4-D, desarrollada por Dow Agrosciences, el gen de la proteína AAD-12 (ariloxialcanoatodioxigenasa 12), proveniente de la bacteria *Delftia acidovorans*, confiere tolerancia al herbicida 2,4-D. En el caso de dicamba, los eventos, MON-877Ø8-9/ MON-89788-1 desarrollados por Monsanto, consisten en la introducción del gen dmo proveniente de *Stenotrophomonas maltophilia* que produce la enzima dicambamonooxigenasa, la cual oxida el ácido 2-metoxi-3,6-diclorobenzoico (dicamba) (Argenbio, 2020).

Las poblaciones que mostraron valores de supervivencia >0%, se encuentran distribuidas en la zona núcleo sojera y

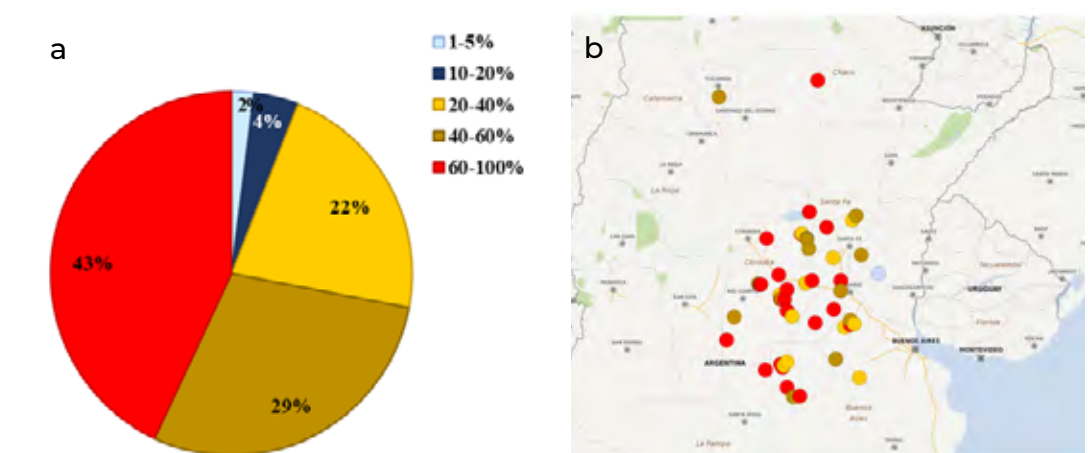


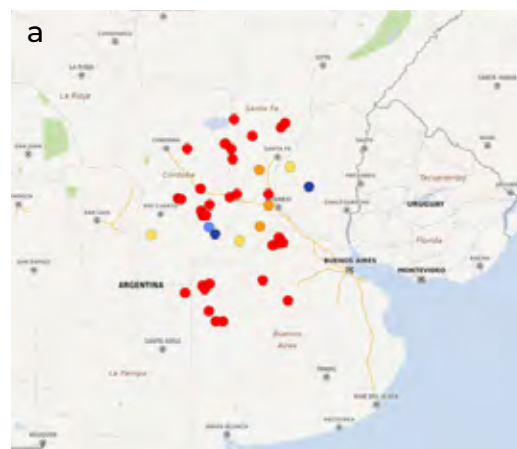
Figura 6. a- Distribución de la supervivencia a fomesafen en el total de las poblaciones estudiadas a los 30 DDA (los colores de las leyendas representan los niveles de supervivencia). b- Localización geográfica de las poblaciones con valores de supervivencia mayores a 0 (símbolos celestes/azules: 0-20%, amarillos: 20-40%, anaranjados: 40-60%, rojo: >60% supervivencia)

Cuadro 2. Frecuencia (%) de poblaciones con diferente grado de supervivencia a topramezone y glifosato.

Supervivencia (%)	Frecuencia (%)	
	Topramezone	Glifosato
0	0	2
1-5	0	4
5-10	2	2
10-20	6	0
20-40	10	4
40-60	10	6
60-100	72	82

norroeste de Buenos Aires (Figura 5). Dellaferrera *et al.* (2016), citado en Heap (2020), registraron en la zona de Santa Fe, correspondiente al área núcleo sojera, poblaciones de *A. hybridus* resistentes a 2,4-D y dicamba y otra resistente a 2,4-D, dicamba y glifosato. Estos antecedentes sumados a los resultados de este estudio, constituyen una advertencia para el futuro manejo de los genotipos de soja con tolerancia a herbicidas auxínicos. En la medida que no se aplique un criterio de manejo sustentable, evitando la reiterada y masiva adopción de estas tecnologías, es posible que la resistencia a herbicidas auxínicos se expanda significativamente en la zona.

Inhibidor de PPO (fomesafen)



Todas las poblaciones estudiadas presentaron individuos sobrevivientes al tratamiento con fomesafen. Esto significa que en ninguna de las poblaciones se alcanzó un 100% de mortalidad. Más del 40% de las poblaciones presentaron supervivencia mayor a 60%. A diferencia de lo observado con herbicidas auxínicos, se encontraron poblaciones con supervivencia mayor a 0% en las regiones del NOA y NEA, no pertenecientes a la zona núcleo sojera de la Argentina (Figura 6). En varias poblaciones, se observó rebrote de individuos que visualmente habían sido satisfactoriamente controlados en los primeros 10 días post aplicación. Considerando las condiciones controladas y estado de crecimiento de la maleza en que se realizó el experimento, la supervivencia de los individuos podría ser un indicador de posibles casos de resistencia. Curiosamente, hay un solo caso registrado de resistencia a inhibidores de PPO en *A. hybridus*, registrado en Bolivia. No obstante, se registró resistencia a inhibidores de PPO en *A. retroflexus* en Brasil (2014) y varios casos en *A. palmeri* y *A. tuberculatus* en Estados Unidos (Heap 2020).

Inhibidor de HPPD (topramezone)

En el tratamiento con aplicación de topramezone, del mismo modo que con

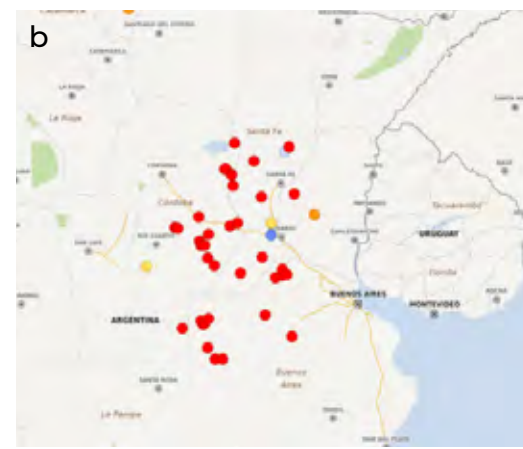


Figura 7. Distribución de la supervivencia a topramezone (a) y glifosato (b) en el total de las poblaciones estudiadas a los 30 DDA (símbolos celestes/azules: 0-20%, amarillos: 20-40%, anaranjados: 40-60%, rojo: >60% supervivencia).

Cuadro 3. Supervivencia (%) para cada tratamiento herbicida en cada una de las poblaciones estudiadas. En verde (0-19%), celeste (20-39%), amarillo (40-59%), rojo > 60%).

Población	24D	Dicamba	Fomesafen	Topramezone	Glifosato
1	0	0	17	100	100
2	0	6	79	83	100
3	72	16	93	100	63
4	8	8	34	88	92
5	0	0	60	89	96
6	0	0	33	4	92
7	0	0	54	93	86
8	0	0	32	96	63
9	4	10	79	100	7
10	0	0	33	75	96
11	0	0	75	67	100
12	0	0	67	92	90
13	5	0	46	85	48
14	0	0	50	94	100
15	0	17	70	96	42
16	0	0	80	67	100
17	6	4	58	69	21
18	0	4	75	100	100
19	0	0	76	91	93
20	8	0	100	79	100
21	0	19	18	53	94
22	0	4	57	79	88
23	0	7	93	100	93
24	0	20	35	93	95
25	0	13	88	100	83
26	0	0	67	71	79
27	0	0	31	21	92
28	0	0	42	79	100
29	4	0	29	54	100
30	0	0	83	83	71
31	0	0	29	71	88
32	0	0	67	75	100
33	0	0	42	13	54
34	0	0	46	88	75
35	0	0	4	15	58
36	0	0	92	88	71
37	4	0	54	79	96
38	0	0	92	67	92
39	0	0	21	17	88
40	0	0	30	96	75
41	0	0	75	21	76
42	0	0	33	22	88
43	0	0	71	75	4
44	0	0	42	53	7
45	0	0	79	67	33
46	0	0	71	75	67
47	0	0	92	83	0
48	0	0	42	33	36
49	0	0	67	58	72
50	0	0	50	42	75

fomesafen, no se registró ninguna población con 100% de mortalidad. Más del 80% de las poblaciones presentaron supervivencia mayor a 40% (Cuadro 2). Asimismo, en todas las zonas relevadas, se encontraron muestras con supervivencia mayor a 0% en este tratamiento (Figura 7).

La recomendación de uso de topramezone para control de yuyo colorado incluye la mezcla con atrazina. En el presente experimento, topramezone no fue aplicado en mezcla con atrazina, lo cual puede explicar la baja performance registrada en este tratamiento. La aplicación en mezcla de ambos productos puede mostrar una respuesta sinérgica, explicada por la reducción de síntesis de plastoquinona cuando se aplica un inhibidor de HPPD. Kohrt & Sprague (2017) registraron una respuesta sinérgica en el control de poblaciones de *A. palmeri* susceptibles a atrazina cuando se aplicó mesotrione (otro principio activo perteneciente a los inhibidores de la HPPD) en mezcla con atrazina. Sin embargo, la mezcla de atrazina con topramezone o tolpirato arrojó una respuesta aditiva. Esto sugiere que el sinergismo con atrazina sería más probable con la aplicación de herbicidas de la familia de las triketonas (biciclopirona, mesotrione) que los correspondientes a benzopirazoles (topramezone, tolpirato). No se dispone de suficiente información respecto al potencial sinérgico entre atrazina y los nuevos inhibidores de HPPD tales como tembotrione, topramezone y tolpirato. Estas mezclas podrían ser de interés no sólo para el control de poblaciones resistentes sino también para disminuir la tasa de evolución de resistencia.

Glifosato

Más del 80% de las poblaciones presentaron supervivencia mayor a 60% (Cuadro 2). Este resultado, es representativo de la situación que usualmente se verifica en condiciones de campo donde un alto número de poblaciones se com-

portan como resistentes. No obstante, se registró una población susceptible a este tratamiento. La distribución geográfica de las poblaciones con alta supervivencia abarca las distintas regiones estudiadas (Figura 7). Estudios moleculares realizados por Perotti *et al.* (2019) en una población de *A. hybridus* de la zona núcleo sojera, revelaron la presencia de una triple mutación (TAP-IVS: T102I, A103V y P106S) en la enzima EPSPS además de un incremento de copias de la enzima. Interesantemente, el índice de resistencia (IR) identificado fue muy elevado (314).

CONCLUSIONES

El conjunto de los resultados obtenidos se resume en el Cuadro 3, que expresa la supervivencia para cada tratamiento y cada población evaluada.

De los resultados obtenidos, puede concluirse que los herbicidas auxínicos presentaron los mayores niveles de mortalidad. Sin embargo, en el tratamiento con 2,4-D se registró una población con supervivencia mayor a 50%.

La aplicación de los herbicidas fomesafen y topramezone que representan los modos de acción más utilizados en cultivos de soja y de maíz (como rescate de *Amaranthus* sp.) no alcanzó una mortalidad de 100% en ninguna población.

Más del 90% de las poblaciones presentó elevados valores de supervivencia a glifosato, sin embargo siguen encontrándose algunas susceptibles.

Las diferencias en los valores de supervivencia observadas en las poblaciones de *A. hybridus* permiten inferir la existencia de variabilidad genética para estos mecanismos de acción, sobre la que podrían actuar los herbicidas, promoviendo procesos de selección de resistencia.

Los resultados obtenidos sugieren la necesidad prioritaria de aplicar prácticas de manejo que conserven la utilidad y

Los COADYUVANTES y BIOESTIMULANTES para TU campo.

TROPFEN

WWW.TROPFEN.COM.AR

eficacia de los diferentes herbicidas, en este caso, particularmente los auxínicos.

AGRADECIMIENTOS

A HRAC Argentina, particularmente al Ing. Agr. Germán Ferrari, Presidente de HRAC Argentina, por su colaboración en el análisis de datos y presentación de resultados y a los Ingenieros Agrónomos Rafael Frene (CORTEVA), Martín Gries (BASF), Sergio Cepeda (BAYER), Raul Moreno (Consultor externo), Fabian Giménez (FMC), Juan Caporicci (FMC), Federico Venier (SYNGENTA), Eduardo Bardella (UPL), Andrés Abello (BAYER),

Federico Elorza (CASAFE) y María Sol Muñoz (CASAFE), todos miembros de HRAC Argentina, por su participación y colaboración en el presente estudio.

El financiamiento de este trabajo fue realizado por el grupo HRAC Argentina (Comité de acción de resistencia a herbicidas de Argentina), de CASAFE (Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes).

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses. «

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN ARGENTINA DE PRODUCTORES EN SIEMBRA DIRECTA (AAPRESID) (2020) Superficie. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/superficie/>. Último acceso: 13 de octubre de 2020.

CONSEJO ARGENTINO PARA LA INFORMACIÓN Y EL DESARROLLO DE LA BIOTECNOLOGÍA (ARGENBIO) (2020) Los cultivos transgénicos en Argentina. Disponible en: <http://www.argenbio.org/cultivos-transgenicos>. Último acceso: 14 de octubre de 2020.

BRENNER DM, BALTENSPERGER DD, KULAKOW PA, LEHMANN JW, MYERS RL, SLABBERT MM & SLEUGH BB (2000) Genetic resources and breeding of *Amaranthus*. *Plant Breed. Rev.* 19, 227-112.

BUHLER DD (1992) Population dynamics and control of annualweeds in corn (*Zea mays*) as influenced by tillage systems. *Weed Science* 40, 241-248

CÁMARA PARAGUAYA DE EXPORTADORES Y COMERCIALIZADORES DE CEREALES Y OLEAGINOSAS (CAPECO) (2020) Ranking mundial. Disponible en: <https://capeco.org.py/ranking-mundial-es/>. Acceso 18 de octubre de 2020.

CARDINA J, REGNIER E & HARRISON KT (1991) Long term tillage effects on seed banks in three Ohio soils. *Weed Science* 39, 186-194

CHAUHAN BS & JOHNSON DE (2009) Seed germination ecology of junglerice (*Echinochloa colona*): A Major Weed of Rice. *Weed Science* 57, 235-240

COSTEA M, SANDERS A & WAINES G (2001) Preliminary results toward a revision of the *Amaranthus hybridus* species complex (Amaranthaceae). *SIDA, Contributions to Botany* 19: 931-974

FACCINI D & VITTA J (2007) Efecto de la profundidad de siembra, cobertura de rastrojo y ambiente térmico sobre la germinación y emergencia de *Amaranthus quitensis* K. *Agri Scientia* 24(1), 19-27. <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v24.n1.2725>

HEAP I (2020) International survey of herbicide resistance. *Weedscience.org*. Último acceso: 13/10/2020.

KOHR T JR & SPRAGUE CL (2017) Response of a mul-

tipale-resistant Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*) population to four HPPD-inhibiting herbicides applied alone and with atrazine. *Weed Science* 65, 534-545.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA (2020) Estimaciones Agrícolas. <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes>. Último acceso: 1 de febrero de 2020.

PEROTTI VE, LARRAN AS, PALMIERI VE, MARTINATO AK, ALVAREZ CE, TUESCA D & PERMINGEAT HR (2019) A novel triple amino acid substitution in the EPSPS found in a high-level glyphosate-resistant *Amaranthus hybridus* population from Argentina. 2019. *Pest Manag. Sci.* 75, 1242-1251

RED DE MANEJO DE PLAGAS (REM) (2020) Alertas. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/rem/alertas/>. Último acceso: 14 de octubre de 2020.

SCURSONI JA, DUARTE VERA AC, OREJA FH, KRUK BC & DE LA FUENTE EB (2019) Weed management practices in Argentina crops. *Weed Technology* 33, 459-463. doi: 10.1017/wet.2019.26

SELLERS BA, SMEDA RJ, KENDING JA & ELLER-SIECK MR (2003) Comparative growth of six *Amaranthus* species in Missouri. *Weed Science* 51, 329-333.

SCHWARTZ LM, NORSWORTHY, JK, YOUNG, BG, BRADLEY, KW, KRUGER GR, DAVIS VM, STECKEL, LE & WALSH MJ (2016) Tall waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) and Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) seed production and retention at soybean maturity. *Weed Technology* 30, 284-290.

TUESCA D & NISENSOHN L (2001) Resistencia de *Amaranthus quitensis* a imazetapir y clorimurón-etil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 36(4), 601-606. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001000400002>

VITTA JL, FACCINI DE & NISENSOHN LA (2000) Control of *Amaranthus quitensis* in soybean crops in Argentina: an alternative to reduce herbicide use. *Crop Protection* 19, 511-513.

WU H, WALKER S, ROLLIN MJ, TAN D KY & WERTH G (2007) Germination, persistence and emergence of flaxleaf fleabane (*Conyza bonariensis* L. Cronq.). *Weed Biol. Manag.* 7, 192-199.

AGÉNDELO



III Congreso Argentino de Malezas ASACIM

MALEZAS 2020

Ciencia, producción y sociedad: hacia un maiz sustentable

3 y 4 de junio **NUEVA FECHA**
9 y 10 de junio, 2021
Centro Rosario

