

RESISTENCIA A HERBICIDAS EN POBLACIONES DE NABO SILVESTRE (*Brassica rapa* L.) DEL SUDESTE BONAERENSE

Marcelo E. de Esteban¹; Patricia Diez de Ulzurrun²

¹Corteva Agriscience. Departamento de investigación y desarrollo (IFS),

²Facultad de Ciencias Agrarias de Balcarce, Universidad Nacional de Mar del Plata

E-mail: marcelo.deesteban@corteva.com

Recibido: 28/07/2020

Aceptado: 26/09/2020

RESUMEN

En los últimos años, se observaron diferentes poblaciones de nabo resistentes a uno, dos o tres herbicidas con diferentes sitios de acción, afectando más de un millón de hectáreas en distintas zonas de la Argentina. Un diagnóstico preciso de la dispersión actual es esencial para el manejo de la resistencia. El objetivo de este trabajo fue evaluar la resistencia de 18 poblaciones de nabo silvestre del sudeste bonaerense con fallas previas de control a campo a tres herbicidas con diferente sitio de acción. En 2019, se colectaron semillas de nabo en lotes de cultivo de Azul, Balcarce, General Belgrano, General Pueyrredón, Lobería, Necochea y Tandil. En un diseño completamente aleatorizado (DCA) con cuatro repeticiones se analizó cada población. Los tratamientos fueron: 2,4-D, 360g e.a. ha⁻¹ (T1); glifosato, 960g e.a. ha⁻¹ (T2); metsulfurón-metil, 4g i.a. ha⁻¹ (T3) y testigo sin tratar, aplicados en etapa de roseta con 4 a 6 hojas de nabo. Se evaluaron el control visual y la supervivencia (%) a los 21 y 35 días después de la aplicación (DDA). Ninguna población fue susceptible a todos los tratamientos (>90% control visual y <10% supervivencia). Cinco poblaciones presentaron una alta tolerancia a 2,4-D (>80% de supervivencia y <30% de control visual). Este estudio demostró que la resistencia a glifosato y a metsulfurón-metil se extiende en la región evaluada mientras que el 2,4-D mostró controles erráticos en varias poblaciones de una zona puntual, que se estaría expandiendo.

Palabras clave: Resistencia, malezas, Brasicáceas, supervivencia, 2,4-D.

HERBICIDE RESISTANCE ON SOUTHEASTERN BUENOS AIRES WILD MUSTARD (*Brassica rapa* L.) POPULATIONS

SUMMARY

In recent years, different wild mustard populations have been reported as resistant to one, two or three herbicides with different site of action, affecting more than a million hectares in Argentina. These resistant biotypes were detected in different areas. An accurate diagnosis of current dispersion is essential for resistance management. The aim of this work was to evaluate the resistance of 18 populations from the southeast of Buenos Aires province with previous field control failures, to three herbicides with different sites of action. In 2019, wild mustard seeds were collected from cultivation lots of Azul, Balcarce, General Belgrano, General Pueyrredón, Lobería, Necochea and Tandil, a completely randomized design with four replications was carried out for each population. Treatments were: 2,4-D, 360g a.e. ha⁻¹ (T1); glyphosate, 960g a.e. ha⁻¹; metsulfurón-methyl, 4g a.i. ha⁻¹ (T3), and untreated control. Visual control and survival at 21 and 35 days after application (DDA) were evaluated. No population was susceptible to all treatments (>90% visual control and <10% survival). Five populations showed high tolerance to 2,4-D (> 80% survival and <30% visual control). This study demonstrated that glyphosate and metsulfurón-methyl resistance seems to be widespread over SE Buenos Aires region, while 2,4-D showed erratic controls in several populations in a specific zone, which would be expanding.

Key words: Resistance, herbicide, brassica weed, survival, 2,4-D.

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de alimentos a nivel mundial ha sido un factor de gran importancia en la transformación de los sistemas agropecuarios actuales, los cuales deben maximizar los rendimientos, logrando inmejorables condiciones ecofisiológicas para el desarrollo de los cultivos. En la región pampeana argentina, las malezas han sido consideradas históricamente como una de las adversidades biológicas más importantes pues limitan significativamente el rendimiento de los cultivos (Papa, 2009). Los herbicidas proporcionan una herramienta altamente eficaz y operativa para controlar las malezas, con menor consumo de energía fósil en comparación al uso de prácticas mecánicas (es decir, el control mediante labranza), además de ofrecer flexibilidad en el tiempo de aplicación durante gran parte del ciclo de cultivo (Bastiaans et al., 2008). El uso generalizado de herbicidas en la agricultura moderna ha incrementado, notablemente, la producción de alimentos a escala mundial (Powles y Yu, 2010). Por otro lado, la dependencia excesiva de herbicidas puede conducir rápidamente a la aparición generalizada de malezas resistentes a estos (Heap y Duke, 2018), así como posibles efectos negativos sobre el ambiente y la salud humana (Myers et al., 2016).

Los cambios en la comunidad de malezas son, generalmente, el resultado de nichos creados por un programa de manejo que favorece la adaptación y permanencia de una o varias especies de malezas sobre otras, incluidas aquellas que han desarrollado resistencia a los herbicidas (Norsworthy et al., 2012). La Sociedad Americana de malezas (WSSA, 1998) define la resistencia a herbicidas como la habilidad hereditaria de algunos individuos dentro de una población, para sobrevivir y reproducirse después del tratamiento con una dosis de herbicida, a la cual la población original era susceptible.

En la Argentina se han registrado hasta la fecha 39 poblaciones de 21 especies de

malezas con resistencia a herbicidas. Doce de ellas con resistencia a glifosato y ocho con resistencia múltiple a glifosato y/o inhibidores de ALS (sulfonilureas, imidazolinonas, triazolpyrimidinas) y/o inhibidores de ACCasa (REM 2020). En tanto, en el sudeste bonaerense el número de malezas con resistencia es sensiblemente inferior, destacándose entre ellas "raigrás anual" (*Lolium multiflorum* Lam.), "nabo" (*Brassica rapa* L.), "nabón" (*Raphanus sativus* L.), y *Amaranthus palmeri* S. Watson, de reciente aparición en lotes aislados de Lobería y Necochea (Diez de Ulzurrun, 2017).

Las brassicáceas crucíferas (*Brassicaceae*) son una importante familia vegetal, que incluye 338 géneros y 3.709 especies, distribuidas ampliamente en diversos climas alrededor del mundo (Al-Shehbaz et al., 2006). Esta familia presenta especies invasoras, que interfieren en los cultivos más significativos de la humanidad. Se conocen más de 120 especies de esta familia que se comportan como malezas, varias de ellas son cosmopolitas y se presentan en diversos sistemas productivos de todo el mundo (Pandolfo, 2016). Una de las malezas más importantes pertenecientes a esta familia es *B. rapa* L. (= *B. campestris*), planta anual o bienal conocida vulgarmente como "nabo", "nabo silvestre" o "nabo salvaje". Esta especie se comporta como una maleza de ciclo invernal, ya que florece desde el invierno y principios de primavera hasta fines del verano. Por su ciclo, se encuentra presente en casi todos los cultivos invernales de la región pampeana, ya sean de trigo u otros cereales de invierno, siendo una especie fuertemente invasora (Marzocca, 1976).

Sin adecuado control produce pérdidas del rendimiento de hasta el 80% en cultivos de invierno y 50% en cultivos de verano (Gigón, 2019). En cuanto a su biología, se caracteriza por su porte y robustez, que la hacen muy competitiva. A las características anteriores se le suma su extenso período de emergencia que, de contar con lluvias y temperatura su-

ficientes, puede extenderse durante todo el año (Gigón, 2019).

B. rapa, cuenta con poblaciones que poseen resistencia a uno, dos o incluso tres herbicidas de diferentes sitios de acción y la mayoría se concentra en la provincia de Buenos Aires. Sin embargo, se estima que en toda la región pampeana la superficie afectada por nabos resistentes alcanza más de un millón de hectáreas (REM 2019).

En las comunidades de malezas de agroecosistemas del sudeste bonaerense se detectaron poblaciones de *B. rapa* con resistencia a glifosato. Este carácter se asoció al evento GT73 que otorga resistencia al herbicida (CP4-EPSPS) cuyo origen se relacionaría al ingreso informal de semillas de colza transgénica extranjera, o como contaminante de semillas importadas, ya que la comercialización nunca fue aprobada (Pandolfo *et al.*, 2015). Además se detectaron poblaciones con resistencia múltiple, al herbicida glifosato e Inhibidores de la enzima ALS (Pandolfo *et al.*, 2015) y otras poblaciones con resistencia al herbicida 2,4-D en el partido de Azul (Juan *et al.*, 2017). Se desconoce si la resistencia es un carácter único que se ha dispersado entre poblaciones de la región o ha sido una evolución paralela en diferentes poblaciones. Debido a los cruzamientos y recombinaciones que podrían producirse entre las distintas poblaciones los perfiles de resistencia múltiple podrían acumularse.

Por tratarse de una especie que presenta un alto porcentaje de alogamia y dada la presión de selección ejercida, los casos de resistencia en *B. rapa* se difunden rápidamente. En 2015 Pandolfo *et al.* documentaron las primeras poblaciones resistentes a glifosato en los partidos de Necochea y Balcarce (sudeste de la provincia de Buenos Aires). Posteriormente, Juan *et al.* (2017) hallaron una población con resistencia múltiple a glifosato y 2,4-D y otros a inhibidores de la ALS y glifosato. En el último año se reportaron poblaciones con resistencia a los tres

mecanismos; inhibidores de la ALS, auxinas sintéticas (ácidos fenoxicarboxílicos) e inhibidores de la EPSPS (Juan *et al.*, 2018). La distribución de estas poblaciones en el sudeste bonaerense no está estudiada en profundidad y es de suma importancia para tomar decisiones de manejo. Es por ello que se plantea como objetivo caracterizar poblaciones de *B. rapa* de distintos partidos del sudeste bonaerense respecto a los niveles de resistencia a herbicidas con distinto sitio de acción. Los resultados del presente estudio actualizan la información de la dispersión de dichas poblaciones en la zona sudeste de la Provincia de Buenos Aires.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio y metodología experimental

Durante la campaña de invierno de 2019 se cosecharon semillas de 18 poblaciones de nabo en diversos establecimientos de los partidos de Azul, Tandil, Necochea, Lobería, Balcarce, Gral. Belgrano y Gral. Pueyrredón. Las semillas se recolectaron siguiendo la metodología propuesta por Burgos *et al.* (2013) en plantas que sobrevivieron a los controles con herbicidas efectuados durante el ciclo de los cultivos en la campaña 2018/19. El muestreo se realizó al azar colectando semillas dentro de lotes encontrados a la vera de rutas provinciales y nacionales, o en su defecto en caminos rurales, manteniendo una distancia mínima de al menos 5 km entre ellos.

La población 9 fue colectada en un campo natural de General Belgrano con el objetivo de evaluar una población de *B. rapa* fuera de la zona sudeste de Buenos Aires. La población 17 se obtuvo del banco de semillas del reservorio de malezas de la Facultad de Ciencias Agrarias de Balcarce (UNMdP) para contar con una población de referencia sensible a todos los tratamientos. Para el resto de las poblaciones, se eligieron plantas con semillas dentro de lotes en barbecho luego de la cosecha de cultivos de soja, maíz, girasol, cebada y trigo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ubicación de las poblaciones de *Brassica rapa* L. colectadas en 2019.

Población	Partido	Ubicación
1	Balcarce	37°41'26.7"S 58°25'28.9"W
2	Azul	36°51'38.0"S 59°52'52.9"W
3	Azul	36°57'28.2"S 59°51'32.4"W
4	Azul	36°58'58.9"S 59°52'43.3"W
5	Tandil	37°05'29.0"S 59°29'58.6"W
6	Azul	37°15'53.5"S 59°58'14.9"W
7	Azul	36°54'25.4"S 59°54'10.4"W
8	Balcarce	37°38'47.1"S 58°34'59.3"W
9	Gral. Belgrano	35°49'49.9"S 58°34'54.6"W
10	Gral. Pueyrredón	37°51'25.0"S 57°57'56.3"W
11	Gral. Pueyrredón	37°52'51.4"S 57°50'48.1"W
12	Tandil	37°11'38.1"S 59°26'50.8"W
13	Azul	37°03'24.1"S 59°46'47.5"W
14	Necochea	37°43'02.4"S 59°17'40.4"W
15	Necochea	38°08'03.1"S 59°04'17.5"W
16	Azul	36°58'20.3"S 59°56'07.9"W
17	Balcarce	37°45'56.4"S 58°18'04.7"W
18	Lobería	38°09'00.4"S 58°45'16.7"W

Para cada población se realizó un experimento con diseño completamente aleatorizado y cuatro repeticiones en la Unidad Integrada Balcarce (Facultad de Ciencias Agrarias-UNMdP-INTA Balcarce) (37° 45' S; 58° 18' W). Los tratamientos fueron tres herbicidas (Cuadro 2) y un testigo sin tratar. El 8 de agosto de 2019 se realizó la siembra al voleo en macetas, con una densidad alta y, posteriormente, se raleó para lograr 10 plantas por maceta. Se utilizaron macetas de polipropileno negro de 1000cm³ de capacidad,

Cuadro 2. Herbicidas y dosis utilizados.

Tratamiento	Mecanismo de acción	Dosis de marbete ha ⁻¹	Dosis principio activo ha ⁻¹
Gilfosato sal DMA (48%)	Inhibidor EPSPS	2000cm ³	960g e.a.
Metsulfurón- metil	Inhibidor ALS	7g	4,2g i.a.
2,4-D DMA (48%)	Regulador de crecimiento	750cm ³	360g e.a.

con una mezcla de 4 partes de suelo y 1 parte de arena como sustrato, cubriendo la superficie con 5 cm de suelo estéril para evitar la germinación de otras especies. Las mismas se mantuvieron a la intemperie y se regaron periódicamente para mantenerlas en óptimas condiciones de humedad.

El 11 de octubre de 2019, cuando las plantas se encontraban en estado de roseta (3 a 5 hojas), estadio 13-15 en la escala BBCH codificada para hortalizas de raíz y tubérculo (Feller *et al.*, 1995) y colza (Weber y Bleiholder, 1990; Lancashire *et al.*, 1991), se realizó la aplicación de los herbicidas con mochila pulverizadora de presión constante (40 PSI). La misma estaba provista de seis (6) picos con pastilla de tipo abanico plano de rango extendido con inducción de aire (AIXR 110015) y un ancho de labor de 3m, arrojando un caudal de, aproximadamente, 120 l. ha⁻¹. La dosis aplicada en cada tratamiento fue la recomendada en el marbete para nabo silvestre (Cuadro 2). La aplicación se realizó al mediodía con viento de 2km h⁻¹, temperatura ambiente de 29,9°C y una humedad relativa de 32%.

Evaluación de tratamientos

La eficacia de cada tratamiento se evaluó mediante registros de control visual y supervivencia. El control visual (0-100%) se cuantificó comparando el estado de crecimiento de las plantas tratadas con las correspondientes al testigo sin herbicida y se realizó a los 21 DDA (días desde aplicación) y 35 DDA. A los 35 DDA se cuantificó la supervivencia (%), considerando plantas muertas a aquellas que se encontraban totalmente necrosadas.

Se realizó un ANOVA y las medias se separaron a través del test de Tukey al 5 % (Neter y Wasserman, 1974). Se utilizó el programa Statmart para los análisis estadísticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 21 DDA las poblaciones tratadas con 2,4-D presentaron clorosis y necrosis avanzada en cuatro poblaciones (9, 10, 11 y 14), mientras que en otras cuatro (2, 4, 6 y 7) los síntomas fueron muy leves. En cuanto a las poblaciones tratadas con glifosato sólo en tres poblaciones el control se vio definido, el resto de las poblaciones no presentaron síntomas, a excepción de una población que presentó controles parciales con algunas plantas sin síntomas aparentes, junto a otras completamente controladas. Las poblaciones trata-

das con metsulfurón-metil no mostraron ningún síntoma a excepción de las poblaciones 11 con un control casi total y la 17 con control parcial. En la última evaluación las mayores diferencias se observaron en los tratamientos con 2,4-D, donde las poblaciones de Necochea, Balcarce, General Pueyrredón y General Belgrano presentaron controles visuales superiores a 80% y las poblaciones de Azul y Tandil no presentaron síntomas aparentes o tuvieron controles parciales. Las poblaciones tratadas con glifosato evidenciaron una alta resistencia al herbicida a excepción de las poblaciones 9, 11 y 17 que presentaron un control superior al 80% y la población 1 que presentó control parcial. En cuanto a las poblaciones tratadas con metsulfurón-metil sólo se observaron dos poblaciones con con-

Cuadro 3. Control visual de las poblaciones de nabo con los herbicidas 2,4-D, glifosato y metsulfurón- metil. Letras distintas indican diferencias significativas dentro de la columna (Tukey $p < 0,05$).

Población	Control visual (%)					
	2,4-D		Glifosato		Metsulfurón-metil	
	21 DDA	35 DDA	21 DDA	35 DDA	21 DDA	35 DDA
1 BCE	65 de	80 f	60 b	50 b	0 d	0 d
2 AZL	19 a	10 a	0 c	0 c	0 d	0 d
3 AZL	45 bc	35 b	0 c	0 c	0 d	0 d
4 AZL	31 ab	20 a	0 c	0 c	0 d	0 d
5 TAN	50 cd	55 de	0 c	0 c	0 d	0 d
6 AZL	20 a	13 a	0 c	0 c	0 d	0 d
7 AZL	30 ab	20 a	0 c	0 c	40 c	30 b
8 BCE	60 cde	60 e	0 c	0 c	0 d	0 d
9 BEL	70 e	90 f	100 a	100 a	0 d	0 d
10 MDP	75 e	85 f	0 c	0 c	0 d	0 d
11 MDP	75 e	85 f	87 a	82 a	90 a	90 a
12 TAN	50 cd	50 cde	0 c	0 c	0 d	0 d
13 AZL	45 bc	40 bc	0 c	0 c	0 d	0 d
14 NEC	70 e	85 f	0 c	0 c	0 d	0 d
15 NEC	60 cde	90 f	0 c	0 c	0 d	0 d
16 AZL	50 cd	45 bcd	0 c	0 c	0 d	0 d
17 BCE	60 cde	80 f	95 a	90 a	80 b	97 a
18 LOB	50 cd	80 f	0 c	0 c	0 d	0 d

troles por encima de 80 %, presentando el resto baja sensibilidad (Cuadro 3).

Las poblaciones provenientes de Azul mostraron una supervivencia mayor a 35 %, con alta variabilidad dentro de cada población. A su vez, las poblaciones colectadas en el partido de Tandil también mostraron gran variabilidad y supervivencia mayor a 35 %. En tanto, las poblaciones de Balcarce tuvieron mayor supervivencia en la zona lindera al Partido de Tandil, la cual disminuyó a medida que se avanza hacia el sur. Esto coincide con lo observado en las poblaciones colectadas en los partidos de Necochea y General Pueyrredón. La población del partido de Lobería también presentó baja supervivencia (15%), mientras que la menor supervivencia se observó en la población de General Belgrano (Figura 1).

La supervivencia a glifosato a los 35 DDA fue mayor al 70% en todas las poblaciones. Una de las poblaciones de Balcarce mostró

una supervivencia de 35% con una gran variabilidad, mientras que en las poblaciones de General Belgrano (P9), Balcarce (P17) y General Pueyrredón se observa una supervivencia menor al 5% (Figura 2).

En todas las poblaciones se observan porcentajes de supervivencia a metsulfurón-metil mayores a 70%, a excepción de la población sensible de referencia de Balcarce y una población de General Pueyrredón (Figura 3).

Además, se determinaron los distintos niveles de resistencia de las poblaciones según la escala propuesta por Owen et al. (2007). En base a dicha escala, el 38,8 % de las poblaciones evaluadas presentaron niveles de resistencia muy alta a 2,4-D (>50% supervivencia), el 50% resistencia alta (10-50% de supervivencia), mientras que 5,5% mostró resistencia baja (5-10%) y otro 5,5% muy baja (0,1 a 5%). El 77% de las poblaciones evaluadas presentaron niveles de resistencia muy altos a glifosato, el 5,5% resistencia alta

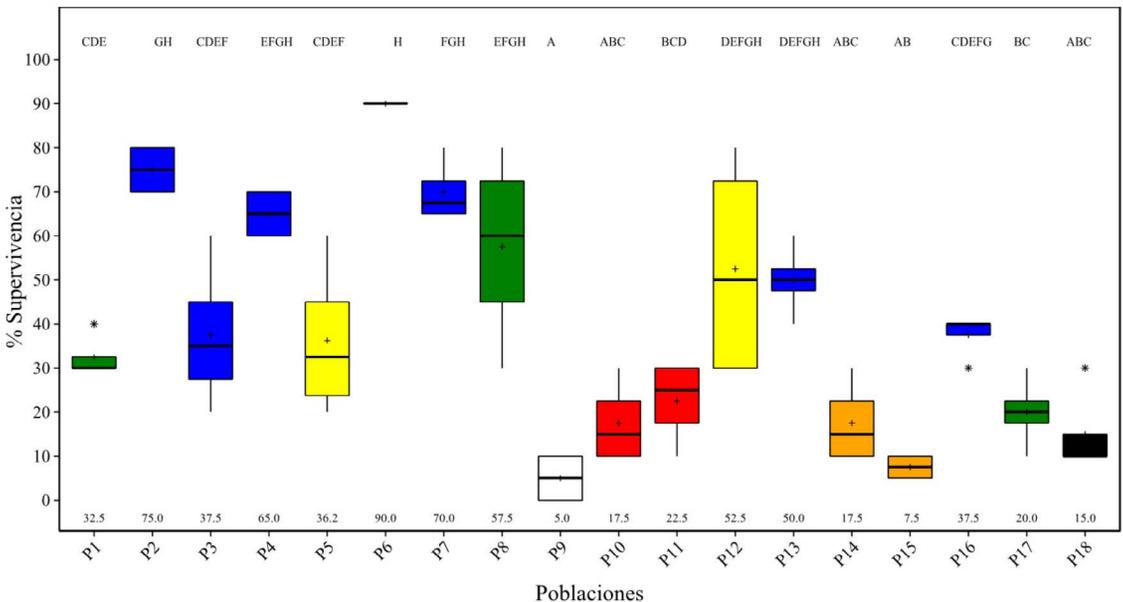


Figura 1. Supervivencia a 2,4-D a los 35 DDA de poblaciones de *Brassica rapa* provenientes de los partidos de Azul (azul), Balcarce (verde), Tandil (amarillo), Gral. Belgrano (blanco), Gral. Pueyrredón (rojo), Necochea (naranja) y Lobería (negro). Se muestran las medias (+), la mediana (línea horizontal), los cuartiles superior e inferior (líneas verticales fuera de las cajas), los valores mínimo y máximo, los valores atípicos o "outliers" (*) y la variabilidad, dada por el tamaño de las cajas. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (Tukey $p < 0,05$).

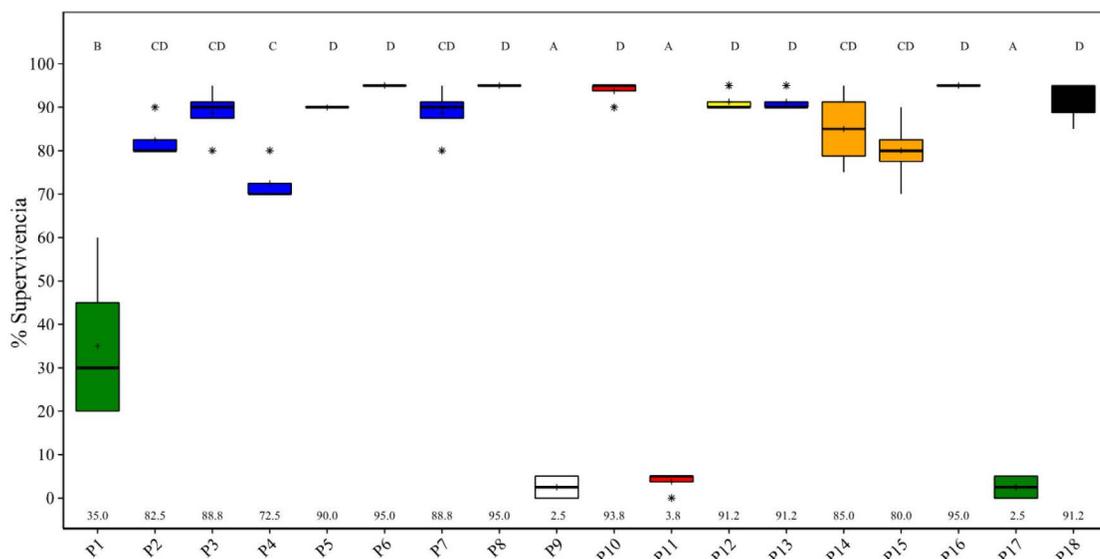


Figura 2. Supervivencia de las poblaciones 35 DDA de glifosato de los partidos de Azul (azul), Balcarce (verde), Tandil (amarillo), Gral. Belgrano (blanco), Gral. Pueyrredón (rojo), Necochea (naranja) y Lobería (negro). Se muestran las medias (+), la mediana (línea horizontal), los cuartiles superior e inferior (líneas verticales fuera de las cajas), los valores mínimo y máximo, los valores atípicos o "outliers" (*) y la variabilidad, dada por el tamaño de las cajas. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (Tukey $p < 0,05$).

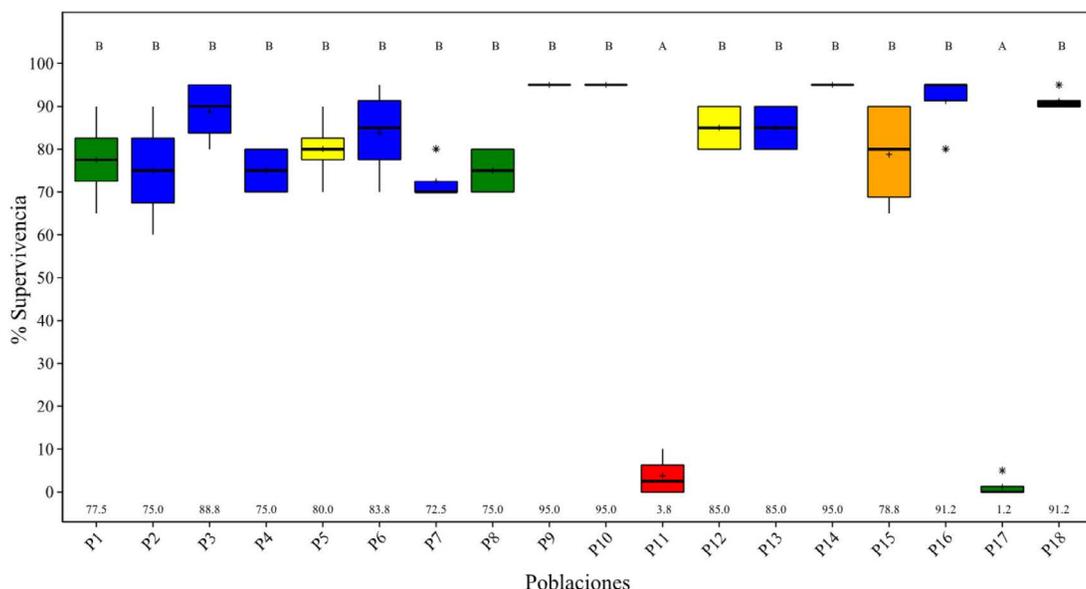


Figura 3. Supervivencia de poblaciones de *Brassica rapa* a los 35 DDA demetsulfurón-metil de los partidos de Azul (azul), Balcarce (verde), Tandil (amarillo), Gral. Belgrano (blanco), Gral. Pueyrredón (rojo), Necochea (naranja) y Lobería (negro). Se muestran las medias (+), la mediana (línea horizontal), los cuartiles superior e inferior (líneas verticales fuera de las cajas), los valores mínimo y máximo, los valores atípicos o "outliers" (*) y la variabilidad, dada por el tamaño de las cajas. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (Tukey $p < 0,05$).

Cuadro 4. Supervivencia (%) de las poblaciones de *Brassica rapa* y niveles de resistencia a los herbicidas 2,4-D, glifosato y metsulfurón-metil según la escala de Owen *et al.* (2007).

Supervivencia (%)	2,4-D (%)	Glifosato (%)	Metsulfurón-metil (%)
0 (resistencia nula)	0	0	0
0,1-5 (resistencia muy baja)	6	17	11
5-10 (resistencia baja)	6	0	0
10-50 (resistencia alta)	50	6	0
>50 (resistencia muy alta)	38	77	89

y un 16,6% con resistencia muy baja. Para metsulfurón-metil se observó resistencia muy alta en el 88,88% y muy baja en el 11,12% de las poblaciones evaluadas (Cuadro 4).

Los resultados obtenidos en el análisis de las poblaciones recolectadas muestran que la resistencia de *Brassica rapa* a glifosato y herbicidas inhibidores de la ALS como metsulfurón-metil se encuentra presente en todos los partidos relevados, con elevados niveles de supervivencia (Figuras 2 y 3) y bajos niveles de control visual (cuadro 3). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Pandolfo *et al.* (2015) que observaron poblaciones de *B. rapa* con elevados niveles de resistencia a glifosato en el partido de Balcarce y que su vez presentaron resistencia a herbicidas inhibidores de la ALS. Estos autores confirmaron la resistencia transgénica de esta especie a causa de cruzamientos con biotipos de *B. napus* introducidos en la Argentina (de manera ilegal y/o accidental como contaminante de semilla). En el caso de 2,4-D se encontró para este conjunto de poblaciones un alto porcentaje de supervivencia en poblaciones de los partidos de Azul y Tandil. También se determinó un porcentaje elevado de supervivencia (57,5%) en una de las poblaciones colectadas en el partido de Balcarce, donde no se han reportado hasta el momento casos de resistencia. Estudios complementarios de dosis respuesta deberían llevarse a cabo en el futuro para establecer los índices de resistencia de dichas poblaciones a este herbicida. Estos resultados amplían los alcances de los estudios realizados por Juan

et al. (2018), que detectaron una población con resistencia múltiple a glifosato, metsulfurón-metil y 2,4-D referido exclusivamente al partido de Azul y son coincidentes con los hallazgos de Carbone *et al.* (2020), donde se obtuvieron respuestas similares a 2,4-D a la dosis recomendada de marbete (380 g e.a. ha⁻¹) en poblaciones de *Brassica rapa* a los 21 DDA, con porcentajes de supervivencia del 50% y 100% en Azul y Tandil respectivamente.

CONCLUSIONES

Ninguna población fue susceptible a todos los tratamientos (>90% de control visual y <10% de supervivencia).

Sólo en dos poblaciones se observó un control eficaz tanto con glifosato como con metsulfurón-metil a 35 DDA (<5% de control y >90% de supervivencia).

Cinco poblaciones, ubicadas en su totalidad en los partidos de Azul y Tandil presentaron una baja respuesta al control con 2,4-D alcanzando más del 80% de supervivencia y mostrando menos de 30% de control visual.

La población colectada al norte del partido de Balcarce, lindero con el de Tandil, mostró control visual con 2,4-D de 60% a los 35DDA y una supervivencia promedio de 57,5% evidenciando la pérdida de eficacia de este tratamiento a medida que se va hacia el sur de los partidos más afectados.

En el resto de los partidos evaluados, el porcentaje de supervivencia al 2,4-D fue menor y el control visual más elevado.

Este estudio evidencia que la resistencia a glifosato y metsulfurón-metil está extendida en toda la región evaluada, mientras que 2,4-D muestra controles erráticos en varias poblaciones en zonas puntuales (Partidos de Azul y Tandil) y estaría expandiéndose hacia el sur (partido de Balcarce).

BIBLIOGRAFÍA

- Al-Shehbaz, I., Beilstein, M. y Kellogg, E. (2006). Systematics and phylogeny of the *Brassicaceae* (*Cruciferae*): an overview. *Plant Systematics and Evolution*, 259, 89–120. doi.org/10.1007/s00606-006-0415-z
- Bastiaans L., Paolini R. y Bauman D.T. (2008). Focus on ecological weed management: what is hindering adoption? *Weed Research* 48: 481-491. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2008.00662.x>
- Burgos, N.R.; Tranel, P.J., Streibig, J.C., Davis, V.M., Shaner, D., Norsworthy, J.K., Ritz, C. (2013). Review: Confirmation of resistance to herbicides and evaluation of resistance levels. *Weed Science*, 61: 4–20. DOI: <https://doi.org/10.1614/WS-D-12-00032.1>
- Carbone, A.V., Hernández, M.P., Arambarri, A.M., Yannicari, M., Gigón, R., Benavidez, S. y Cadavid, E. (2020) Respuesta de las variedades silvestres de *Brassica rapa* (*Brassicaceae*) a la aplicación de 2,4-D. *Malezas* 4, 4-16.
- Diez de Ulzurrun, P. (2017). Resistencia a herbicidas. Situación actual en el sudeste bonaerense. *Revista Visión Rural. Publicaciones regionales INTA. Año XXIV. 118:19-24.*
- Feller, C., Bleiholder, H., Stauss, R. Van den Boom, T., Weber, E. (1995). Phänologische Entwicklungsstadien von Gemüsepflanzen: II. Fruchtgemüse und Hülsenfrüchte. *Nachrichtenblatt des Deut. Pflanzenschutzd. Vol 47* (9):217-232. Recuperado de <https://ojs.openagrar.de/index.php/NachrichtenblattDPD/article/view/7963>
- Gigón, R. (2019). *Estrategias de manejo para nabos resistentes en el sur de Buenos Aires*. Recuperado de <https://www.aapresid.org.ar/blog/estrategias-de-manejo-para-nabos-resistentes-en-el-sur-de-buenos-aires/>. Acceso 3 de abril de 2020.
- Heap, I. and Duke, S.O. (2018). Overview of glyphosate-resistant weeds worldwide. *Pest Management Science*, 74:1040–1049. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.4760>
- Juan, V., Núñez Fré, F.R., Saint André, H.M., Ciolli, S.A., Fernández, R.R. (2017). Resistencia a 2,4-D en un tipo de Nabo (*Brassica rapa*) detectado en el centro de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) y III Congreso Iberoamericano de Malezas*, pp.: 321 – 324.
- Juan, V., Núñez Fré, F.R., Saint André, H.M., Fernández, R.R. (2018). Resistencia múltiple a herbicidas de un biotipo de *Brassica rapa* L. naturalizado en el centro de la provincia de Buenos Aires. *Actas del II Congreso Argentino de Malezas (ASACIM)*, pp.: 166–168.
- Lancashire, P. D., Bleiholder, H., Langelüddecke P., Stauss, R. Van den Boom, T., Weber, E; Witzgen-Berger, A. (1991). An uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. appl. Biol.* 119: 561-601.
- Marzocca, A. (1976). *Manual de malezas. Tercera edición*. Buenos Aires. Argentina. Editorial Hemisferio Sur.
- Myers, J. P., Antoniou, M. N., Blumberg, B., Carroll, L., Colborn, T., Everett, L. G. & Vandenberg, L. N. (2016). Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. *Environmental Health*, 15(1), article 19. Recuperado de <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-016-0117-0>. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0117-0>
- Neter, J. and W. Wasserman. (1974). *Applied Linear Statistical Models*. Homewood: Richard D. Irwin. 842p.
- Norsworthy, J. K., Ward, S. M., Shaw, D. R. Llewellyn, R. S. Nichols, R. L. Webster, T. M. Bradley K. W. (2012). Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. *Weed Science* 60 (1):31–62.
- Pandolfo, C., Presotto, A., Cantamutto, M. (2015). Detección de resistencia transgénica a glifosato en poblaciones naturales de *Brassica napus* L. y *B. rapa* L. *Libro de Resúmenes* pp. 625-628. Recuperado de: <http://www.asacim.org.ar/wp-content/uploads/2016/07/ActasArgentina2015.pdf>
- Pandolfo, C. (2016). *Caracterización agroecológica de poblaciones ferales brassicáceas con resistencia a herbicidas*. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/2592/1/Tesis%20doctoral%20Pandolfo.pdf. [Acceso 07 de abril 2020].
- Papa, J.C. (2009). Problemas actuales de malezas que pueden afectar al cultivo de soja. *Revista "Para Mejorar la Producción" edición 42*. Protección Vegetal. EEA Oliveros INTA. 201: 97-105

- Powles, S. and Yu, Q. (2010). Evolution in action: plants resistant to herbicides. *Annu. Rev. Plant Biol.* 61:317–347.
- Red de manejo de plagas AAPRESID (REM). (2019). Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/rem/las-cruciferas-resistentes-ya-no-son-una-cosa-extrana/> [Acceso 1 de Abril 2020]
- Red de manejo de plagas AAPRESID (REM). (2020). Alertas. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/rem/alertas/>. [Acceso 21 de abril 2020].
- Weber, E. and Bleiholder, H. (1990): Erläuterungen zu den BBCH-Dezimal-Codes für die Entwicklungsstadien von Mais, Raps, Faba-Bohne, Sonnenblume und Erbse mit Abbildungen. *Gesunde Pflanzen* 42: 308-321.
- WSSA. (1998). Herbicide Resistance and Herbicide Tolerance Defined. *Weed Technology*. 12:789.