

Crecimiento, supervivencia y fecundidad de individuos de *Avena fatua* L. tratados con herbicidas inhibidores de ALS e inhibidores de ACCasa

Recibido 10 de septiembre de 2020//
Aceptado 19 de marzo de 2021//
Publicado online 01 de diciembre de 2021

Scursoni, J.¹; Martín, A.¹; Abbati, P.¹; Bastanchuri, M.¹; Gueventter, M.¹; Di Iorio, E.¹; Pulido, A.¹; Sherriff, T.¹; Quistre, J.¹

RESUMEN

La avena negra (*Avena fatua* L.) es una de las malezas más frecuentes de los cereales de invierno en Argentina. Su control se realiza mayoritariamente mediante la aplicación de herbicidas inhibidores de ACCasa y ALS. La eficacia de estos herbicidas se evalúa principalmente mediante el control visual y la supervivencia, sin considerar otros procesos demográficos tal como la fecundidad. Entre 2012 y 2015 se realizaron siete experimentos en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. El objetivo fue estudiar el efecto de tres inhibidores de la ALS (pyroxsulam, iodosulfuron + mesosulfuron, imazamox) y dos inhibidores de la ACCasa (fenoxaprop y pinoxaden) sobre la supervivencia, crecimiento y fecundidad de individuos de avena negra. Además, se estudió el efecto del origen de la población (con o sin aplicación previa de herbicidas). Cada herbicida se aplicó en cinco dosis (0x, 0,25x, 0,5x, 1x, 1,5x), siendo x la dosis recomendada en marbete. Se evaluó la supervivencia a los 30 y 60 días después del tratamiento y la biomasa individual a los 30 días después del tratamiento y en madurez. La fecundidad se evaluó cosechando las semillas de las plantas sobrevivientes. A los 30 días de aplicados los herbicidas, a la dosis de uso recomendada, pinoxadén mostró menor supervivencia que los otros herbicidas. Iodosulfuron + mesosulfuron e imazamox a la dosis recomendada fueron más efectivos que pyroxsulam y fenoxaprop. A 60 días después del tratamiento no hubo diferencias entre pinoxaden, iodosulfuron + mesosulfuron e imazamox a la dosis recomendada y fueron más efectivos que fenoxaprop y pyroxsulam. Los individuos que sobrevivieron produjeron menor biomasa que los no tratados. En promedio los individuos con o sin aplicación de herbicidas produjeron 31 semillas por gramo de biomasa individual.

Palabras clave: ACCasa, ALS, malezas gramíneas, malezas en trigo.

ABSTRACT

Wild oat (Avena fatua L.) is one of the most frequent weeds of winter cereals in Argentina. Its control is carried out mainly with the application of ACCase and ALS inhibitor herbicides. The efficacy of these herbicides is evaluated by visual control and survival, without considering other demographic processes such as fecundity. Between 2012 and 2015, seven experiments were carried out at the Faculty of Agronomy of the University of Buenos Aires. The objective was to study the effect of three ALS inhibitors (pyroxsulam, iodosulfuron + mesosulfuron, imazamox) and two ACCase inhibitors (fenoxaprop and pinoxaden) on the survival, growth and fecundity of wild oat individuals. In addition, the effect of the origin of the population (with or without previous application of herbicides) was studied. Each herbicide was applied at five rates (0x, 0.25x, 0.5x, 1x, 1.5x), being x the recommended rate on the label. Survival at 30 and 60 days after treatment and individual biomass at 30 days after treatment and at maturity were evaluated. Fecundity was evaluated by harvesting the seeds of the surviving plants. Thirty days after the herbicides application, at the recom-

¹Universidad De Buenos Aires (UBA), Facultad de Agronomía. Avda. San Martín 4453 (1417). CABA, Buenos Aires, Argentina.
Correo electrónico: scursoni@agro.uba.ar

mended rate, pinoxadén showed lower survival than the other herbicides. Iodosulfuron + mesosulfuron and imazamox at the recommended rate were more effective than pyroxsulam and fenoxaprop. At 60 days after treatment there were no differences between pinoxaden, iodosulfuron + mesosulfuron and imazamox at the recommended rate and were more effective than fenoxaprop and pyroxsulam. The survivors individuals produced less biomass than the untreated ones. On average, individuals with or without herbicide application produced 31 seeds per gram of individual biomass.

Keywords: ACCase, ALS, grass weeds, weeds on wheat.

INTRODUCCIÓN

La avena negra (*Avena fatua* L.) es una de las especies de maleza más frecuente en los cultivos de trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) en todo el mundo (Holm *et al.*, 1977; Simpson, 1990). En Argentina, avena negra y raigrás (*Lolium multiflorum* Lam.) son las malezas poáceas más importantes en los cultivos de trigo y cebada por su distribución regional, las pérdidas de rendimiento causadas en los cultivos, el costo de su control y la contaminación del grano cosechado. Gigón *et al.* (2009) registraron presencia de avena negra en 45% de los lotes del sudoeste bonaerense en los primeros estadios del cultivo. Scursoni *et al.* (2014) reportaron presencia de avena negra en el 56% de los cultivos de trigo en estado de macollaje, en el sudeste de Buenos Aires, representando un incremento de 24% respecto a relevamientos realizados por Cattullo *et al.* (1983). Asimismo, Martín (2017) registró presencia de avena negra en el 61% de los lotes de trigo en precosecha, indicando una alta persistencia de la maleza durante el ciclo del cultivo. Respecto al efecto sobre el rendimiento, Strimmer *et al.* (1990) registraron incrementos de rendimiento en trigo de 30% en promedio, con controles de la maleza superiores a 90%. Scursoni y Satorre (2005) documentaron pérdidas de rendimiento cercanas a 30% en cebada, con 70 plantas de avena negra/m² y 160 plantas/m² del cultivo. Asimismo, Scursoni *et al.* (2011) registraron disminución de rendimiento del 20% en cultivos de trigo con densidades de avena negra de 100 plantas/m². Además de las pérdidas de rendimiento, la presencia de avena negra redujo tanto la eficiencia de la cosecha como la calidad del grano cosechado, debido a la contaminación con semillas de malezas (Tourn *et al.*, 2019).

Desde comienzo de la década de 1970, la aparición en el mercado de los herbicidas selectivos para control de avena negra tales como diclofop-metil y difenzoquat permitió reducir los daños causados en cultivos de trigo. Sin embargo, pese a la incorporación de nuevos y más eficaces ingredientes activos tales como como inhibidores de ALS e inhibidores de ACCasa, la presencia de avena negra en los lotes continúa siendo elevada (Gigón *et al.*, 2009; Vigna *et al.*, 2013). Los inhibidores de ALS son más frecuentemente utilizados debido a la posibilidad de controlar tanto las malezas anuales de hoja ancha como las gramíneas en una sola aplicación. Si bien en Argentina no hay registro de casos de resistencia a inhibidores de la ALS en avena negra, se registran 19 casos en el mundo, incluyendo los casos de resistencia múltiple. En cuanto a los inhibidores de la ACCasa, se registraron 38 casos en el mundo, también incluyendo los casos de resistencia múltiple (Heap, 2020). En nuestro país, Vigna *et al.* (2011) registraron resisten-

cia a clodinafop-propargil, diclofop-metil, fenoxaprop-P-etil en poblaciones de avena negra del sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Heap, 2020). En los últimos años, ante el avance de la resistencia a herbicidas inhibidores de ALS y ACCasa, principalmente en raigrás, comenzó a difundirse el uso de herbicidas con otros modos de acción tales como inhibidores de PPO (flumioxazín) e inhibidores de ácidos grasos de cadena muy larga (pyroxsulfone), aplicados en preemergencia de la maleza. No obstante, según el nivel de abundancia de la maleza, la aplicación de estos herbicidas debe complementarse con herbicidas posemergentes selectivos. Experimentos realizados por Gigón *et al.* (2014) mostraron niveles de control de 50% a más de 90% cuando se aplicó solo flumioxazín en preemergencia y cuando se agregó la aplicación de pinoxadén o iodosulfuron+mesosulfuron en posemergencia.

La mayor cantidad de los experimentos realizados para evaluar la eficacia de los herbicidas se centran en el análisis del control visual y en menor medida en la cuantificación del crecimiento y la supervivencia de las malezas. Pocos estudios se han focalizado en evaluar la fecundidad de las plantas sobrevivientes a los distintos tratamientos, lo cual resulta necesario para estimar la evolución de la población. En el presente estudio se evaluó el efecto de tres herbicidas inhibidores de la ALS (iodosulfuron + mesosulfuron, pyroxsulam e imazamox) y dos inhibidores de la ACCasa (pinoxaden y fenoxaprop p-etil) sobre la supervivencia, crecimiento y fecundidad de individuos de avena negra procedentes de áreas cultivadas (con aplicación de herbicidas) y no cultivadas (sin presión de selección con herbicidas).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio y diseño experimental

Durante el período 2012-2015 se realizaron siete experimentos en el campo experimental de la Facultad de Agronomía (UBA) 34° 35' S, 58° 29' O. Se incluyeron plantas obtenidas de semillas cosechadas en lugares no cultivados donde no hubo aplicación previa de herbicidas y en lotes de producción con historial de aplicación de herbicidas. Los tratamientos consistieron en la aplicación de herbicidas inhibidores de ALS iodosulfuron + mesosulfuron, pyroxsulam e imazamox, y los inhibidores de ACCasa fenoxaprop p etilo y pinoxaden (tabla 1). Cada herbicida se aplicó en cuatro dosis (0,25x, 0,5x, 1x y 1,5x), siendo x la dosis comercial recomendada. También se incluyó un tratamiento control (0 x). Las dosis recomendadas expresadas en producto formulado de los herbicidas fueron: 400 cc/ha + 6,7 g/ha (Pyroxsulam 4,5% + metsulfuron metil

60%), 100 g/ha imazamox (70%), 160 cc/ha (5% de iododulfuron-metil-sodio + 0,75 de mesosulfuron-metil), 800 cc/ha (fenoxaprop p etilo 6,9% + mefenpir dietil 7,5%) y 600 cc/ha (pinoaden 5% + cloquintocet mexil 1,25%). Cada tratamiento (herbicida x dosis) se replicó cinco veces. Cada repetición (unidad experimental) consistió de una maceta que contenía cuatro plantas. Las macetas se llenaron con una mezcla de tierra fértil, turba y arena y se fertilizaron con un equivalente a 100 kg/ha de fosfato de diamonio y 120 kg/ha de urea. Los herbicidas se aplicaron cuando las plántulas se encontraban en la etapa 13 Z (Zadoks *et al.*, 1974) mediante mochila pulverizadora presurizada de CO₂ en un volumen de 140 L/ha. Durante el experimento se aseguró un adecuado suministro de agua para el buen crecimiento de las plantas y se monitorearon periódicamente para prevenir la presencia de plagas y enfermedades. Todos los experimentos se realizaron en diseño factorial de 4 factores: la población de avena negra (con o sin aplicación previa de herbicidas), los herbicidas y la dosis aplicada.

Respuesta a herbicidas

La respuesta a los herbicidas se evaluó mediante la cuantificación de supervivencia (%), peso seco individual (g/individuo) y fecundidad (semillas/individuo). También se estudió la relación entre fecundidad y peso seco individual. La supervivencia se definió como la cantidad de plántulas vivas respecto al total presente en cada maceta y se evaluó 30 y 60 días después de la aplicación de herbicidas. La biomasa individual se evaluó a los 30 días después de la aplicación de herbicidas y en la madurez. La fecundidad se cuantificó en cada planta recolectando las semillas antes del desprendimiento de la planta madre.

Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó mediante el programa Infostat® (Di Rienzo *et al.*, 2008). Todos los experimentos fueron

sometidos a un solo ANOVA de acuerdo a un diseño factorial, considerando el efecto de las poblaciones, herbicidas, dosis y sus interacciones. Los valores de supervivencia (%) se transformaron en (arcoseno \sqrt{x}). Cuando el valor F fue significativo ($P < 0,05$), se utilizó la prueba LSD corregida por Fisher para la comparación entre medias. Además, se evaluó el efecto del momento de realización del experimento.

RESULTADOS

Supervivencia 30 y 60 días después de aplicados los tratamientos herbicidas (DDA)

El análisis de supervivencia no mostró efecto significativo ($P > 0,05$) del origen de la población (con y sin aplicación previa de herbicidas). Sin embargo, se registró interacción significativa herbicida x dosis ($P < 0,05$). A los 30 días, pinoadén aplicado a la dosis recomendada (30 g.i.a./ha) y máxima (90 g.i.a./ha) mostró menor supervivencia que los otros herbicidas aplicados a la dosis recomendada y a la máxima. A su vez, Iodosulfuron+mesosulfuron e imazamox fueron más efectivos que pyroxsulam y fenoxaprop (tabla 2). La reducción de la dosis (0,5x) incrementó la supervivencia con pinoaden e iododulfuron+mesosulfuron respecto a la registrada con la dosis recomendada (datos no presentados).

A los 60 DDA, fenoxaprop y pyroxsulam aplicado a la dosis recomendada fueron los menos eficaces en términos de supervivencia. Sin embargo, mostraron respuesta favorable al incrementar la dosis (tabla 2).

Peso seco individual

Del mismo modo que fue registrado para la supervivencia, no se registró efecto significativo ($P < 0,05$) del origen de la población. El peso seco individual a 30 DDA a las dosis recomendada y máxima no fue significativamente ($P > 0,05$) dife-

EXP 1	EXP 2	EXP 3	EXP 4	EXP 5	EXP 6	EXP 7
Imazamox	Imazamox	Pyroxsulam	Imazamox	Imazamox	Imazamox	Imazamox
Iodosulfuron+ Mesosulfuron	Pyroxsulam	Iodosulfuron+ Mesosulfuron	Iodosulfuron	Pyroxsulam	Pyroxsulam	Pyroxsulam
Pinoaden	Fenoxaprop	Fenoxaprop			Pinoaden	Iodosulfuron+ Mesosulfuron

Tabla 1. Herbicidas utilizados en los diferentes experimentos realizados durante 2011 y 2015.

	Pinoaden		Fenoxaprop		Iodosulfuron+ Mesosulfuron		Imazamox		Pyroxsulam	
Dosis	1x	1.5x	1x	1.5x	1x	1.5x	1x	1.5x	1x	1.5x
30 dat	9a	9a	73c	83cd	35b	51b	46b	55b	97d	85cd
60 dat	3a	4a	20b	5a	13a	6a	9a	4a	22b	7a

Tabla 2. Supervivencia (%) para individuos de avena negra 30 y 60 DDA por cada herbicida aplicado a la dosis recomendada (x) y máxima (1.5x)¹. ¹Las diferentes letras indican diferencias significativas ($P < 0,05$, LSD corregido por Fisher) entre tratamientos en cada fila.

rente entre los tratamientos herbicidas (tabla 3). En el promedio de los tratamientos herbicidas a la dosis x, el peso seco individual fue de 0,12 g/planta, representando una reducción del 90% con respecto al peso seco individual de las plantas sin tratar (1,23 g/planta). En madurez, la respuesta mostró la misma tendencia que a los 30 DDA. En promedio, el peso seco individual fue de 0,48 g/planta y 2,83 g/planta en individuos con aplicación de herbicidas a la dosis recomendada y en plantas no tratadas, respectivamente, representando un 83% de reducción. Para cada dosis, en el promedio de los herbicidas, la biomasa (g) individual fue 2,83, 2,74, 1,69, 0,48 y 0,15 con la dosis 0x, 0,25x, 0,5x, 1x y 1,5x, respectivamente, sin registrarse diferencias entre las plantas no tratadas y las tratadas con la dosis mínima.

Fecundidad

Del mismo modo que con las variables anteriores no se registró efecto del origen de la población. Se registró interacción significativa herbicida x dosis (P<0,05). La fecundidad de las plantas sin tratamiento fue en promedio de 108 semillas/planta y fue mayor que la fecundidad de las plantas sobrevivientes a los tratamientos con la dosis recomendada en el promedio de los herbicidas (35,6 semillas/planta). Los individuos tratados con fenoxaprop y pyroxsulam a la dosis recomendada produjeron 80 y 65 semillas, respectivamente y fue significativamente mayor que la fecundidad de los individuos sobrevivientes a los demás tratamientos.

Cuando la fecundidad se relacionó con el peso seco individual se produjeron 31 semillas por gramo en plantas sin tratar, independientemente de la población. Similar relación se estableció para los individuos que sobrevivieron al tratamiento con herbicidas (figuras 1 y 2). Además, la relación fecundidad vs. biomasa individual no fue diferente entre herbicidas.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La historia de las poblaciones en cuanto a la presión de aplicación de herbicidas no incidió en ninguna de las variables estudiadas. Sin embargo, en estudios realizados entre poblaciones resistentes y susceptibles a herbicidas de diferentes especies, se han registrado diferencias en distintos procesos demográficos, evidenciando un costo adaptativo asociado a la resistencia a herbicidas (Vila Aiub et al., 2009). En el presente estudio no se identificaron poblaciones resistentes, en consecuencia, los efectos registrados se asocian a los diferentes tratamientos herbicidas, independientemente de la población.

Los resultados de eficacia evaluados mediante la supervivencia (%) fueron consistentes entre los registros realizados a 30 y 60 DDA (tabla 2), sugiriendo que los herbicidas difieren no solo en eficacia, sino también en la tasa de eficacia (velocidad de acción). Considerando las aplicaciones a la dosis recomendada, pinoxadén actuó más rápidamente que los demás tratamientos, siendo el que mostró menor supervivencia a los treinta días de la aplicación. Resultados similares fueron registrados por Scursoni et al. (2011) en aplicaciones realizadas a campo, mostrando mayor eficacia de pinoxadén respecto a fenoxaprop e iodosulfuron. La mayor velocidad de acción de pinoxadén podría constituir una ventaja en tanto tal característica afecte la habilidad competitiva de la maleza. No obstante, no se dispone de suficiente información publicada que pruebe dicha hipótesis.

La aplicación de herbicidas redujo la biomasa de individuos sobrevivientes a los tratamientos, respecto a los individuos no tratados, sin observarse diferencias entre herbicidas a la dosis recomendada. Este resultado coincide con lo registrado por Scursoni et al. (1999) y Harker et al. (2009), en estudios realizados a campo y con presencia de cultivo. Es decir que el efecto herbicida no solo se observa a nivel de supervivencia de individuos, sino también en el crecimiento de estos. Interesantemente, los individuos tratados con fenoxaprop e iodosulfuron + mesosulfuron (tabla 3) mostraron incremento en la biomasa cuando la dosis se redujo al 50% de la recomendada. Para estos casos, se infiere que la reducción de la dosis generará no solo mayor efecto competitivo de la maleza, sino también mayor producción de semillas, destacando la importancia de no emplear menores dosis o, lo que es lo mismo, no aplicar con estado de crecimiento mayor al recomendado.

Los efectos de la reducción de dosis en los procesos demográficos se relacionan con otras prácticas agronómicas aplicadas al cultivo. Harker et al. (2009) estudiaron el efecto de la dosis de herbicidas en la supervivencia, crecimiento y fecundidad de avena negra, bajo diferentes densidades de siembra y con cultivares de diferente habilidad competitiva, registrando efectos significativamente diferentes de la reducción de dosis cuando se incrementaba la densidad de siembra. Se utilizaban cultivares más competitivos o se practicaban rotaciones vs. monocultivo. Interesantemente, cuando los herbicidas se aplicaron a la dosis recomendada, también se registraron diferencias entre distintos cultivares y rotaciones. Estos estudios destacan la relevancia de integrar prácticas agronómicas con la aplicación de herbicidas a los fines de incrementar la eficacia de estos y disminuir el ingreso de semillas al banco del suelo.

Dosis	Pinoxaden	Fenxaprop	Iodosulfuron+mesosulfuron	Imazamox	Pyroxsulam
	g	g	g	g	g
0x	1,2f	1,34f	1,37ff	1,1f	1,06f
0,25x	0,21b	1,3f	1,34f	0,25bc	0,15ab
0,5x	0,17ab	0,37cd	0,85e	0,14ab	0,14ab
1x	0,09ab	0,10ab	0,19ab	0,11ab	0,11ab
1,5x	0,07a	0,1ab	0,16ab	0,1ab	0,08ab

Tabla 3. Peso seco individual (g) para individuos de avena negra 30 DDA por cada herbicida, aplicado a las diferentes dosis¹.
¹Las diferentes letras indican diferencias significativas (P<0,05, LSD corregido por Fisher) entre tratamientos.

Considerando los efectos en la fecundidad, la aplicación de herbicidas redujo la fecundidad de los individuos sobrevivientes respecto a los individuos no tratados. El número de semillas/individuo fue menor en los tratados con pinoxaden, iodosulfuron + mesosulfuron e imazamox que en los tratamientos con fenoxaprop y pyroxsulam. Esto representa una ventaja demográfica de la aplicación de herbicidas, en tanto disminuye la cantidad de semillas que ingresarán al banco del suelo. La reducción de la fecundidad en los individuos tratados con herbicidas está relacionada con la reducción en biomasa individual más que a cambios en la eficacia reproductiva (semillas/g) (figuras 1 y 2). Scursoni *et al.* (2011) registraron una relación de 40 semillas/g peso seco, en experimentos realizados en condiciones de campo y con presencia de cultivo.

Los resultados obtenidos proveen información de los efectos herbicidas, más allá de la observación visual de control. De este modo es posible fundamentar la elección de un herbicida por los efectos demográficos producidos en la maleza, aportando información que colabore con la sustentabilidad de una

práctica masivamente adoptada tal como es la aplicación de herbicidas en diferentes sistemas de producción.

AGRADECIMIENTOS

Los experimentos se realizaron en el marco del subsidio de Universidad de Buenos Aires UBACyT (2011-2014) (20020100100440) y del Ministerio de Ciencia y Tecnología PICT: 2012-0936.

BIBLIOGRAFÍA

CATULLO, J.C.; VALETTI, O.E.; RODRIGUEZ, M.L.; SOSA, C.A. 1983. Relevamiento de malezas en cultivos comerciales de trigo y girasol en el centro sur bonaerense. Reunión Argentina sobre la Maleza y su control, Santa Fe, Argentina. 204-235.

DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. 2008. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

GIGÓN, R.; LOPEZ, R.L.; VIGNA, M.R. 2009. Efectos del cultivo antecesor y sistema de labranza sobre las comunidades de malezas en el cultivo de

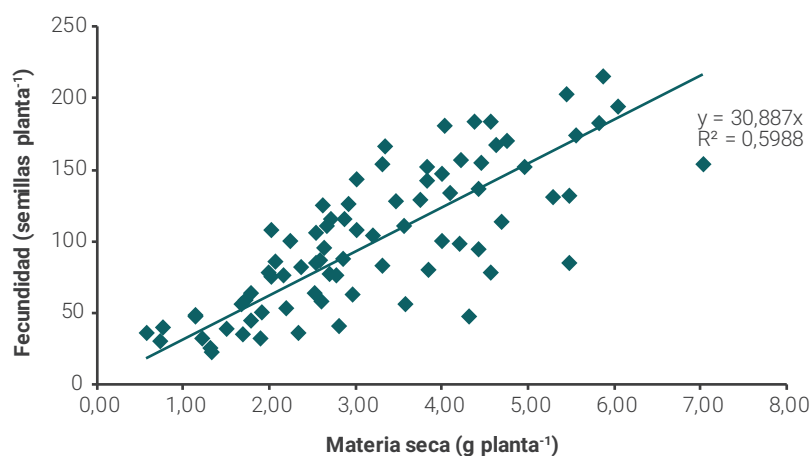


Figura 1. Semillas/planta en relación con el peso seco individual (g) en individuos sin tratamiento con herbicidas.

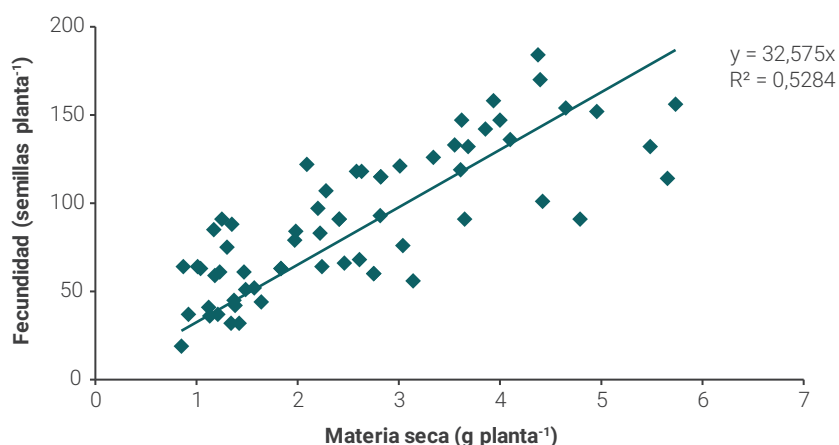


Figura 2. Semillas/planta en relación con el peso seco individual (g) en individuos sobrevivientes a los tratamientos herbicidas.

- trigo (*Triticum aestivum*) en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Actas del XII Congreso de la SEMh, XIX Congreso de ALAM y II Congreso IBCM, Vol. I, 69-72.
- GIGÓN, R.; MASSIGOGGE, J.; ISTILART, C. 2014. Evaluación de flumioxazin (Sumisoya®) para el control de gramíneas en cultivos de trigo y cebada en el centro sur de la provincia de Buenos Aires. Actualización técnica en cultivos de cosecha fina 2013/2014. (Disponible: [inta.gob.ar/documentos › informes-tecnicos-actualizacion-verificado:julio-de-2019](http://inta.gob.ar/documentos/informes-tecnicos-actualizacion-verificado:julio-de-2019)).
- HARKER, K.N.; O'DONOVAN, J.T.; BYRON IRVINE, R.; KELLY TURKINGTON, T.; CLAYTON, G.W. 2009. Integrating Cropping Systems with Cultural Techniques Augments Wild Oat (*Avena fatua*) Management in Barley. *Weed Sci.* 57:326-337.
- HEAP, I. 2020. International Survey of Herbicide-Resistant Weeds. (Disponible: <http://www.weedscience.org/> verificado: 05 de marzo de 2020).
- HOLM, L.G.; PLUCKNETT, D.L.; PANCHO, J.V.; HERBERGER, J.P. 1977. The world's worst weeds: distribution and biology. East-West Center, University Press of Hawaii. 609 p.
- MARTÍN, A. 2017. Persistencia de malezas gramíneas en cultivos de trigo del sudeste bonaerense. Tesis doctoral, EPG A. Soriano FAUBA (Disponible: <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/doctorado/2017martinandresnelson.pdf> verificado: julio de 2020).
- SCURSONI, J.A.; BENECH ARNOLD, R.L.; HIRCHOREN, H. 1999. Demography of Wild Oat in Barley Crops: Effect of Crop, Sowing Rate, and Herbicide Treatment. *Agron. J.* <https://doi.org/10.2134/agronj1999.00021962009100030020x>
- SCURSONI, J.A.; GIGÓN, R.; MARTÍN, A.N.; VIGNA, M.R.; LEGUIZAMÓN, E.S.; ISTILART, C.; LÓPEZ, R. 2014. Changes in Weed Communities of Spring Wheat Crops of Buenos Aires Province of Argentina. *Weed Sci.* 62: 51-62.
- SCURSONI, J.A.; MARTÍN, A.; CATANZARO, M.P.; QUIROGA, J.; GOLDAR, F. 2011. Evaluation of post-emergence herbicides for the control of wild oat (*Avena fatua* L.) in wheat and barley in Argentina. *Crop Prot.*, 30, 18-23.
- SCURSONI, J.A.; SATORRE, E.H. 2005. Barley (*Hordeum vulgare*) and Wild Oat (*Avena fatua* L.) Competition Is Affected by Crop and Weed Density. *Weed Technol.* 19:790-795. <https://doi.org/10.1614/WT-03-065R.1>
- SIMPSON, G.M. 1990. Seed dormancy in grasses. Cambridge Univ. Press. 308 p.
- STRIMMER, F.; CATTENA, H.; AVALLE, P. 1990. Control de Avena fatua en trigo. *MALEZASb18* (2) 5-18.
- TOURN, S.N.; DIEZ DE ULZURRUM, P.; EXILART, A.; LASAGA, R.; PLATZ, J.P. 2019. Presencia y abundancia de semillas de malezas en máquinas cosechadoras. *Revista ASACIM.* 2, 4-10. (Disponible: <http://www.asacim.org.ar/> verificado: enero de 2020).
- VIGNA, M.R.; GIGÓN, R.; LÓPEZ, R.L. 2011. Presencia de poblaciones de Avena fatua L. resistente a herbicidas en Argentina. Actas xx Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), Chile. (Disponible: http://www.senasa.gob.ar/SENASA/VEGETAL/AROMATICAS/PROD_PRIMARIA/PLAGAS/avena_fatua1.pdf verificado: diciembre de 2019).
- VIGNA, M.; LÓPEZ, R.; GIGÓN, R. 2013. Situación de la problemática y propuesta de manejo para lolium y avena fatua resistentes a herbicidas en el sur de Buenos Aires. (Disponible: [inta.gob.ar/documentos › situacion-de-la-problematica](http://inta.gob.ar/documentos/situacion-de-la-problematica) verificado: diciembre 2019).
- VILA-AIUB, M.M.; NEVE, P.; POWLES, S.B. 2009. Fitness costs associated with evolved herbicide resistance alleles in plants. *New Phytologist*, 184: 751-767.
- ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*, 14, 415-421.