

MALEZAS



Editorial

Les presentamos los contenidos del séptimo 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.

Este número incluye trabajos acerca de temas muy actuales concernientes a las malezas. En relación al manejo integrado de malezas se presentan las limitantes actuales para su adopción y se analizan alternativas no químicas como la habilidad competitiva variedades de trigo pan. Acerca de malezas resistentes del género Lolium, se presentan datos de la variabilidad en los niveles de resistencia y el manejo de biotipos con resistencias múltiples. También se expone una síntesis de la performance de herbicidas residuales para Vicia villosa y una entrevista al Ing. Agr. Nicolás Auñón acerca de las normativas, protocolos y regulaciones relacionadas con los agroquímicos. Los artículos contaron con la participación de autores de AAPRESID, CONICET, INTA, SENASA, Summitagro UBA, Univ. Iowa UNLPam, UNMdP, UNR (en orden alfabético).

Este número de la Revista Malezas de la ASACIM

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-publicacion%C3%B3n-MALEZAS.pdf>.

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: Francisco Bedmar, Roberto

Javier Crespo, Patricia Diez de Ulzurum,

Diego Ustarroz, Mario Vigna, Marcos

Yannicari y María Luz Zapiola

Producción: HA ediciones

Este número se realizó gracias al apoyo recibido por estas empresas



ÍNDICE

4 Estrategias de manejo de *Lolium* spp. con resistencias múltiples

14 Habilidad competitiva de cultivares comerciales de trigo pan de la Argentina

24 Entrevista
Ing. Agr. Nicolás Aunón

30 Limitantes de la adopción del manejo integrado de malezas en sistemas productivos de granos en la región pampeana argentina

40 Variabilidad en los niveles de resistencia a herbicidas de *Lolium multiflorum* Lam. en el sudeste bonaerense (Argentina)

52 Herbicidas residuales para *Vicia villosa* Roth: una síntesis de las experiencias en 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

Estrategias de manejo de *Lolium* spp. con resistencias múltiples

Cogliati*, A.; Paván.; Nardi G. M

Summit Agro Argentina, Carlos Pellegrini
719, 8° (C1009ABO) Bs. As., Argentina
*andres.cogliati@summit-agro.com

*Citar como: Cogliati et al. (2022) Estrategias de
manejo de Lolium spp. con resistencias múltiples.
Malezas 7, 4-15.*

RESUMEN

La creciente aparición de poblaciones de raigrás anual (*Lolium* spp) con resistencia a diversos herbicidas utilizados durante el barbecho y/o los cultivos ha generado serios problemas en los sistemas productivos. Si bien hay diversas estrategias de manejo disponibles, en lo que respecta a control químico, las limitantes son cada vez mayores, debido en gran parte a la escasez de herramientas eficientes frente a la resistencia. La prueba a campo del herbicida pyroxasulfone para el control de raigrás anual previo a la siembra de trigo mostró altos niveles de eficacia de control en cada una de las observaciones y además, no se registraron síntomas de fitotoxicidad sobre el cultivo donde se aplicó. Estos resultados sumados a las distintas características del producto hacen que pyroxasulfone sea un herbicida altamente efectivo para el manejo de poblaciones de raigrás anual.

Palabras claves: raigrás, resistencia, pyroxasulfone

SUMMARY

The growing populations of annual ryegrass (*Lolium* spp) with resistance to various herbicides used during fallow and/or crops have generated serious problems in production systems. While there are various management strategies available, in relation to chemical control, the limitations are increasing, due in large part to the scarcity of efficient tools in the face of resistance. The field test of the herbicide pyroxasulfone for the control of annual ryegrass prior to wheat sowing showed high levels of control efficacy in each of the observations and in addition, no symptoms of phytotoxicity were recorded on the crop where it was applied. These results added to the different characteristics of products make pyroxasulfone a highly effective herbicide for the management of annual ryegrass populations.

Keywords: ryegrass, resistance, pyroxasulfone



INTRODUCCIÓN

El manejo de las malezas en todos los sistemas agrícolas se viene complejizando cada vez más por diversas causas. Esto provoca serios problemas en los cultivos, como la reducción del crecimiento, el rendimiento y la calidad de los granos. En la Argentina, una maleza que toma cada vez mayor importancia en los barbechos y cultivos de invierno es el raigrás anual (*Lolium* spp.), presente en una gran cantidad de lotes de la región agrícola. El raigrás anual resulta altamente competitivo y dado que su ciclo de vida coincide en gran parte con el de los cultivos invernales, estos suelen verse afectados desde sus estadios iniciales hasta el momento de la cosecha. Además, la problemática se ha complejizado por la aparición creciente de biotipos con resistencia múltiple lo que limita las posibilidades de control solo con herbicidas (Gigón *et al.*, 2017).

Pero ¿Qué diferencia a esta maleza de las demás? ¿Qué características hacen que la misma sea tan perjudicial para los cultivos y a su vez, tan complicado su manejo?

PANORAMA GLOBAL Y LOCAL

En la Argentina, *Lolium* spp. se encuentra naturalizada en las zonas templadas con una amplia distribución en las provincias de Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe y Córdoba. Si bien existen registros de relevamientos en otras provincias como La Pampa, Corrientes, Mendoza, Río Negro y Neuquén, considerando sus requerimientos térmicos e hídricos, el clima extremo limitaría su dispersión en tales provincias. Tradicionalmente, fue una maleza frecuente en cultivos invernales en el sur de la provincia de Buenos Aires (Gigón *et al.*, 2017). Dentro del género *Lolium*, las especies de raigrás más importantes agrónomicamente han sido *L. perenne* y *L. multiflorum*, tanto por sus características forrajeras como por ser componentes de céspedes. Sin embargo, esas mismas especies son trascendentes malezas cuando “escapan” de las áreas cultivadas (Polok, 2007).

Estas especies tienen su origen en la cuenca del Mediterráneo, en la zona centro-sur

de Europa, noroeste de África y suroeste de Asia y su difusión en la Argentina comenzó a principios del siglo XX donde, debido a su gran adaptabilidad, se expandió fundamentalmente por la región templado-húmeda y, en particular, en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Entre Ríos.

L. multiflorum pertenece a la familia de las Poáceas y, dependiendo de las condiciones ambientales, puede comportarse como anual o hasta bienal. El hábito de crecimiento es cespitoso, que forma matas con macollos de diferentes tamaños y las plantas florecidas pueden alcanzar hasta un metro de altura. La planta germina y emerge con las primeras lluvias otoñales; dependiendo de la zona, continúa hasta el invierno o principio de primavera y la floración normalmente ocurre desde mediados de octubre a principios de noviembre. En condiciones de campo, en la región pampeana se han registrado producciones de 1.500 a 7.500 semillas por planta dependiendo de la sensibilidad a glifosato y de las condiciones hídricas (Yannicari *et al.*, 2016).

El ciclo fenológico de *Lolium* spp. es coincidente con el ciclo de los cultivos invernales de mayor difusión en zona núcleo, es decir trigo y cebada, lo que dificulta en muchos casos el manejo de la maleza llegando a producir importantes pérdidas en caso de no ser controlada.

RESISTENCIA

A nivel mundial, de *L. rigidum* es una de las malezas más problemáticas en términos de resistencia a herbicidas, habiendo desarrollado resistencia a 11 sitios de acción, en 12 países, en millones de hectáreas. Debido al uso repetido de herbicidas del mismo grupo (Grupo 1 y 2), muchas poblaciones de raigrás anual han desarrollado resistencia a los mismos. En Australia occidental, el raigrás anual ha desarrollado resistencia a los siguientes grupos de herbicidas: Grupo 1: ‘fops’ (diclofop-metil), ‘dime’ (setoxydim); Grupo 2: sulfonilureas (clorsulfuron, sulfometuron), imidazolinonas (imazapic); Grupo 5: triazinas (atrazina y simazina), ureas sustituidas (diuron); Grupo 3 (trifluralina); Grupo 34: triazoles (amitrole); Grupo 9: glifosato (Peltzer, 2011)

El caso particular de Australia es un claro ejemplo de cómo el raigrás anual se ha convertido en la especie de maleza más problemática del país, gracias a su amplia evolución de múltiples mecanismos de resistencia. Actualmente, la mayoría (>60 %) de las poblaciones de raigrás anual son resistentes a uno o más modos de acción de los herbicidas. (Bajwa *et al.*, 2021)

En la Argentina, en el sur de la provincia de Buenos Aires la resistencia de *Lolium sp.* a glifosato ha sido confirmada (Vigna *et al.* 2008; Yannicari *et al.* 2009), luego a ACCasa (Vigna *et al.*, 2011) y la resistencia múltiple a glifosato +ACCasa y glifosato+ALS en el SE (Diez Ulzurrum & Leaden, 2012, alcanzando también la zona núcleo sojera (Papa *et al.*, 2012).

Algunos aspectos propios de las especies de raigrás como la alogamia, la relativamente alta producción de semillas y la baja longevidad de las semillas en el suelo, explican la rapidez con que evoluciona la resistencia a herbicidas. (Gigón *et al.*, 2017)

A pesar de este contexto, dentro de todas las estrategias recomendadas para el control de la maleza, el uso de herramientas químicas es la de mayor difusión actualmente. Estrategias basadas en el uso de glifosato, graminicidas o herbicidas ALS y, en algunos casos, dependiendo del estado de desarrollo de raigrás anual y el momento del año, la utilización del método conocido como “doble golpe”, permiten lograr controles satisfactorios evitando el escape de individuos que podrían producir semillas. Esta alta dependencia de productos químicos genera una alta presión de selección sobre las malezas, acelerando la aparición de biotipos resistentes.

Gigón & Yannicari (2008) colectaron muestras de semillas de 20 poblaciones de lotes de producción del centro sur de la provincia de Buenos Aires. Posteriormente, en ensayo en macetas se evaluaron herbicidas pre emergentes (flumioxazin, s-metolaclo y sulfometuron + clorimuron) y herbicidas post emergentes (glifosato, glifosato + cleto dim, glifosato + haloxifop, pyroxulam + metsulfuron, iodosulfuron-mesosulfuron

+ metsulfuron y pinoxaden). Estos autores concluyeron que ningún tratamiento tanto pre como post emergente logró un control superior al 75%, es decir, un único tratamiento no sería suficiente para manejar estas poblaciones problema. En el 95% de las poblaciones alguno de los tres tratamientos pre emergentes evaluados resultó ser eficaz, logrando el control del 80% de la emergencia. La mitad de las poblaciones mostraron insensibilidad a glifosato. Sin embargo, la combinación de glifosato con graminicidas mejoró significativamente el control, llegando al menos al 80%. Esto tendría un fuerte impacto en el retraso de la evolución de la resistencia puesto que permite reducir escapes.

ESTRATEGIAS DE MANEJO

Frente al panorama global del importante incremento de biotipos resistentes a lo largo del tiempo, el manejo de raigrás anual resulta sumamente complejo, sobre todo en los lotes destinados a la siembra de cultivos. La necesidad de disponer de herramientas altamente efectivas y selectivas para los cultivos resulta indispensable para una producción segura. Además, no debe descuidarse el rol de los involucrados en el manejo de estos lotes, para evitar la aparición de biotipos resistentes y al mismo tiempo preservar las herramientas disponibles y efectivas actualmente para el control de la maleza. Sumado a esto, la recomendación de realizar un manejo integrado de malezas tiene cada vez mayor vigencia. Introducir otras tácticas no químicas se vuelve cada vez más necesario. Si bien la eficacia de estas tácticas y las químicas depende de diversos factores agronómicos, ambientales y económicos, algunas prácticas como la rotación de cultivos, la implementación de cultivos de cobertura, el arreglo espacial, la modificación de la fecha de siembra, entre otras pueden afectar el crecimiento poblacional de esta maleza.

NUEVAS OPCIONES DE MANEJO

Otra táctica novedosa es la implementación de tácticas de control de malezas a cosecha (HWSC, “Harvest Weed Seed Control”, por sus siglas en inglés) que, si bien aún no es-



tán disponibles en la Argentina, están adoptándose cada vez más en países como Australia, donde la problemática del rye grass es grave. Diversos sistemas se han ido desarrollando (“Chaff carts”, “Baler Direct System”, “Chaff-tramlining and chaff-lining”, por ejemplo), que se basan en eliminar o destruir las semillas de rye grass a cosecha por diferentes medios. Pueden ir remolcados detrás de las cosechadoras recolectando los residuos de cosecha que ésta despide formando fardos y luego pueden quemarse o destinarse a alimentación de ganado. Otros agregan un implemento a la máquina cosechadora, el cual realiza una andana de residuo que luego es quemado. Otro sistema conocido como “Destructor integrado de semillas Harrington”, consta de un molino de impacto que se puede montar en la parte posterior de la cosechadora para procesar el material de residuo y destruir las semillas de las malezas. Si bien son técnicas innovadoras, es importante saber que entre ellas difieren en cuanto a la eficacia de destrucción de semillas y además tienen un costo de capital y de funcionamiento que es necesario evaluar para su implementación. (www.weeds-mart.org.au)

En conclusión, el impacto económico que provoca el raigrás anual en la producción de cultivos tanto en la Argentina como en

el resto del mundo es enorme y pone en relieve la necesidad de un manejo eficiente de la maleza.

PYROXASULFONE

Es sabido que la complejidad de control de la maleza en lotes destinados a siembra de cereales de invierno resulta aún más desafiante, donde las herramientas químicas disponibles suelen ser algo más limitadas si se comparan con una situación de barbecho. Si bien es muy importante tener en cuenta el cultivo sucesor en la rotación para la elección de los herbicidas y evitar riesgos de fitotoxicidad, para estas situaciones de barbecho actualmente se suele utilizar una amplia gama de herbicidas como sulfonilureas (ej: sulfometuron, iodosulfuron metil + thien-carbazone metil, rimsulfuron), imidazolinonas (ej: imazapyr + imazapic), graminicidas (ej: cletodim), inhibidores del fotosistema I (por ejemplo: paraquat) que permiten realizar un manejo adecuado de la maleza. Pero es fundamental no depender solo de herbicidas para el control de la maleza, sino integrar otras prácticas que ayudan a mitigar y evitar la aparición de nuevos biotipos resistentes y, a la vez, permitir que estas herramientas continúen siendo eficientes. En cuanto al herbicida, resulta fundamental respetar ciertos aspectos como las recomendaciones de marbete (dosis, tipos de suelo, tamaño de maleza, momento y condiciones de la aplicación), rotar y combinar diferentes sitios de acción, etc.. También es importante conocer la dinámica poblacional de la maleza (por ejemplo, los flujos de emergencia por zona, etc.), la historia del lote, las condiciones climáticas. y, finalmente, todas las estrategias disponibles como la rotación de cultivos, la incorporación de cultivos de cobertura, etc, que ayudarán a que cada decisión sea más efectiva.

Hubo un período de tiempo donde no aparecieron nuevas tecnologías para el control de esta y otras malezas. En la búsqueda de soluciones efectivas que permitan una producción más sustentable y segura, el lanzamiento de un nuevo herbicida como pyroxasulfone, ha revolucionado el mercado de agroquímicos ofreciendo una gran cantidad

de beneficios que lo diferencian ampliamente del resto de los productos. Este herbicida ofrece una alternativa altamente eficaz a todas las problemáticas actuales que rodean al manejo de raigrás anual, un futuro prometedor en el control de una amplia variedad de malezas, brindando seguridad para lograr una producción estable y rentable tanto en cultivos de invierno como de verano. Es un nuevo herbicida pre emergente selectivo para el control de malezas gramíneas y *Amaranthus* spp., que actúa durante la germinación de las malezas, inhibiendo el alargamiento de los brotes de las semillas germinadas.

Pyroxasulfone pertenece al grupo 15 de herbicidas, de los inhibidores de la síntesis de ácidos grasos de cadena larga (por sus siglas en inglés VLCFAs), según la clasificación del “Herbicide Resistance Action Committee” (HRAC 2021). Los herbicidas de este grupo actúan en la planta inhibiendo las elongasas de ácidos grasos de cadena muy larga, que son componentes de las membranas celulares, cutículas y polen y de los tejidos de almacenamiento de las semillas (Babczinski *et al.* 2012). Dentro de este grupo, los herbicidas pertenecientes a la familia de las cloroacetamidas, como por ejemplo el s-metolaclo y el acetocloro, son los más ampliamente difundidos, fundamentalmente, por su uso en los cultivos de soja y maíz para el control de malezas gramíneas anuales y latifoliadas. Si bien pyroxasulfone está clasificado dentro de este modo de acción, pertenece a una nueva familia, las isoxazolininas. Esta nueva familia química presenta características fisicoquímicas que la hacen diferente del resto. Lo que se observó es que, si bien pyroxasulfone tiene una acción similar a las cloroacetamidas en cuanto a la inhibición de VLCFAE, éste inhibe seis reacciones sucesivas de elongasa de ácidos grasos de cadena muy larga que catalizan los pasos de elongación de C16:0 a C18:0, de C18:0 a C20:0, de C20:0 a C22:0, de C22:0 a C24:0, de C24:0 a C26:0, y de C26:0 a C28:0, y también ácidos grasos de cadena muy larga insaturados reducidos (C18:1, C20:1, C22:1) (Masao, 2016).

Respecto a las características fisicoquími-

cas de pyroxasulfone, también lo diferencian ampliamente del resto de los herbicidas del grupo. Si se toma como referencia a s-metolaclo como el herbicida más representativo del grupo y para poder establecer una comparación, la menor solubilidad en agua a 20°C de pyroxasulfone (3,49 mg l⁻¹) versus S-metolaclo (480 mg l⁻¹) y la menor presión de vapor de pyroxasulfone (2.4 X 10⁻⁰³ mPa 20 °C) nuevamente comparado con s-metolaclo (3,7 mPa 20 °C), son algunas de las características más diferenciales y que hacen que el primero tenga un mejor comportamiento una vez aplicado (Lewis 2016 y Lewis 2016). Pyroxasulfone también es hidrolíticamente estable a todos los valores de pH a 25 °C y, por lo tanto, es menos susceptible a la descomposición. Otra característica diferencial respecto es la fotodegradación, siendo menor en pyroxasulfone que en s-metolaclo, fundamentalmente en suelos secos o cuando se demora la incorporación al suelo por lluvias. La importancia de estas ventajas por sobre otros productos radican en una menor pérdida de producto y mejor comportamiento en el ambiente.

El coeficiente de impacto ambiental (“Environmental Impact Quotient” EIQ por sus siglas en inglés, Kovach *et al.*, 1992) de pyroxasulfone, arroja un valor de 1,8, ubicándolo en la clasificación como “muy bajo” impacto ambiental y sobre la salud. Además es bajo con respecto a una cloroacetamida como s-metolaclo 96 (12,8) o un inhibidor del fotosistema II como la atrazina 90 (26,4). Por último, otro coeficiente que ha tomado gran relevancia en los últimos años es el Índice de GUS (“Groundwater Ubiquity Score”), que es una herramienta ampliamente empleada para clasificar a los plaguicidas en función de su riesgo de lixiviación hacia el agua subterránea. Este índice relaciona la persistencia (vida media) y adsorción (Koc) de los compuestos químicos en el suelo (Kerle *et al.*, 1996). Según este índice, pyroxasulfone (GUS 2,22) está considerado como **estado de transición**. Algunos de los herbicidas pre emergentes más utilizados, presentan **baja lixiviación** como el flumioxazin (GUS 1,37), donde el riesgo de lixiviación y por lo tanto su po-

tencial de contaminación de napas es bajo o **alta lixiviación** como el sulfentrazone (GUS 6,36) o atrazina (GUS 3,7) donde el potencial de contaminación de napas es más elevado.

En cuanto a la recomendación de uso, debido a su selectividad pyroxasulfone está registrado para una amplia gama de cultivos como trigo, cebada, soja y maíz. Además, es muy importante considerar que es un producto muy seguro debido a su escaso daño en los cultivos sucesores y riesgo de “carry over” en el suelo, a diferencia de otros herbicidas que limitarían la siembra de algún cultivo.

Yamato Top (pyroxasulfone 48 SC), es una nueva formulación de pyroxasulfone disponible como suspensión concentrada. Esta formulación permite, en primer lugar, la posibilidad de utilizar dosis menores que otros herbicidas del mismo grupo y/o herbicidas en general (dosis recomendada según marbete en trigo y cebada 180 – 210 cc ha⁻¹ pyroxasulfone 48 SC). Esto redundaría no solo en beneficios respecto al impacto ambiental sino también en la simplificación de la logística, la reducción de desechos plásticos y la facilidad para el manipuleo.

Por otra parte, en términos puramente de toxicidad, Yamato Top está clasificado como banda toxicológica verde, o sea como “producto que normalmente no ofrece peligro”. Es importante saber que, dependiendo de la legislación de cada comuna o partido, esta clasificación habilitaría su empleo en lotes cercanos a los cascos urbanos o zonas periurbanas, ofreciendo una nueva tecnología con menor riesgo.

Hasta aquí se describieron las características del raigrás anual, la complejidad que

posee en cuanto a su manejo y control y el alto impacto negativo que ha tenido, y tiene, en los sistemas productivos en los que se encuentra presente. En este recorrido de información, también se comentaron algunas herramientas que, por diversos motivos, hoy no resultan efectivas y/o seguras para los cultivos y el ambiente. La búsqueda continua de soluciones ha permitido poder contar con un tipo de herbicida totalmente diferente a los demás, altamente efectivo en el control de la maleza, la selectividad para el cultivo y seguro para el medio ambiente que nos rodea.

Finalmente, en lo que respecta al control de raigrás anual, diversos experimentos llevados a cabo por el equipo de Summit Agro Argentina han demostrado la eficacia de control superior de pyroxasulfone comparado con otros herbicidas del segmento, lo que se suma al resto de los beneficios antes detallados. Estos experimentos han mostrado una estabilidad y consistencia de los resultados, no solo en las distintas zonas agrícolas, sino que a través de las diferentes campañas en la que el producto fue evaluado.

Un ejemplo de estos experimentos para demostrar la eficacia de control de *Lolium* spp. por parte de pyroxasulfone, es un trabajo llevado a cabo en condiciones de laboratorio y con altas infestaciones de la maleza realizado junto a la cátedra de Malezas de la Universidad Nacional de Rosario. El objetivo fue evaluar la eficacia de control de distintos herbicidas pre emergentes sobre *Lolium multiflorum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Al inicio se sembraron altas densidades (7194 semillas viables m⁻²) de una población de *L. multiflorum* en macetas rectan-

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos aplicados.

Tratamiento	Principio activo	Dosis (g i.a. ha ⁻¹)	Dosis de p.c. (g o ml ha ⁻¹)
1	Testigo Absoluto		
2	Pyroxasulfone 48% SC	86	180
3	Pyroxasulfone 48% SC	101	210
4	Pyroxasulfone 85% WG	85	100
5	Testigo comercial	750	1000



Autor del trabajo

Cuadro 2. Condiciones ambientales durante la aplicación.

Fecha de aplicación	7/3/2022
Temperatura (°C)	17
Humedad (%)	88
Nubosidad (%)	0

gulares que contenían una mezcla de tierra y perlita en una proporción 3:1 respectivamente. Inmediatamente luego de la siembra, las semillas se cubrieron con una fina capa de tierra y por el equivalente a 3 t ha⁻¹ de rastrojo de soja.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con tres repeticiones por tratamiento. Los tratamientos consistieron en distintas formulaciones de pyroxasulfone y testigos (Cuadro 1). La aplicación de los

tratamientos se realizó luego de la siembra y antes de la emergencia de cada maleza, con una cámara de aplicación estática, con fuente de presión constante de CO₂ de 2 kg cm⁻² y provista de una boquilla de abanico plano 8002. El volumen de aplicación fue de 116 l ha⁻¹. Luego de la aplicación, se simuló una lluvia de 15 mm para asegurar la incorporación de los herbicidas.

Las macetas se mantuvieron en condiciones de invernáculo desde el momento de la aplicación hasta el final del experimento. Además, se realizaron riegos periódicos de manera que la humedad no fuera limitante.

La eficacia de los distintos tratamientos se evaluó en forma visual a los 3, 7, 14, 21 y 30 días después de la aplicación (DDA). Además, a los 30 DDA, se contabilizó el número de plantas emergidas en cada tratamiento.

Cuadro 3. Porcentaje de control visual de *Lolium multiflorum* los 7, 14 21 y 30 DDA y número de plantas a los 30 DDA en los diferentes tratamientos herbicidas.

Tratamiento	Principio activo	Dosis (g i.a. ha ⁻¹)	Dosis de p.c. (g o ml ha ⁻¹)	7 DDA	14 DDA	21 DDA	30 DDA	Densidad (plantas m ⁻²)
1	Testigo Absoluto			0	0	0	0	5964 a
2	Pyroxasulfone 48% SC	86	180	83 a	78 a	77 b	67 b	1545 b
3	Pyroxasulfone 48% SC	101	210	87 a	87 a	89 a	85 a	998 b
4	Pyroxasulfone 85% WG	85	100	85 a	78 a	79 ab	73 b	1528 b
5	Testigo comercial	750	1000	13 b	8 b	7 c	0 c	5582 a



Foto 1. Tratamientos a los 7 DDA



Foto 2. Tratamientos a los 21 DDA

Los datos fueron previamente transformados a arcoseno de raíz cuadrada de control y a raíz cuadrada en el número de plantas m^{-2} , de manera de homogeneizar la varianza. Se analizaron los datos a través de un ANOVA y las medias se separaron mediante un test de LSD ($p < 0.05$). Los datos fueron re-transformados para mostrar los resultados.

RESULTADOS

Los menores niveles de control para todas las fechas de análisis corresponden al tratamiento 5 (testigo comercial), el cual no fue eficaz

en el control de *L. multiflorum*. Los porcentajes de control visual fueron muy bajos y difirieron significativamente respecto a los tratamientos 2 (pyroxasulfone 48 SC 180 $ml\ ha^{-1}$), 3 (pyroxasulfone 48 SC 210 $ml\ ha^{-1}$) y 4 (pyroxasulfone 85 WG 100 $g\ ha^{-1}$) para todas las fechas evaluadas, con valores promedios de 13, 8, 7 y 0% a los 7, 14, 21 y 30 DDA, respectivamente (Cuadro 3).

Los tres tratamientos con pyroxasulfone presentaron una buena eficacia en el control de esta especie, sin diferencias entre dosis y formulado hasta los 14 DDA (Cuadro 2, Foto 1).

Los niveles de control visual fueron superiores al 80% a los 7 DDA y próximos al 80% a los 14 DDA. A los 21 DDA, los mejores porcentajes de control se observaron en el tratamiento 3 (89%), difiriendo significativamente del tratamiento 2 (77%), mientras que el tratamiento 4 presentó un control del 79%, no diferenciándose estadísticamente de los tratamientos 2 y 3 (Cuadro 2, Foto 2). A los 30 DDA, el tratamiento 3 presentó el mayor nivel de control (85%), difiriendo estadísticamente de los tratamientos 2 (67%) y 4 (73%). Es decir, sólo la mayor dosis de pyroxasulfone (tratamiento 3 - Yamato SC 210 g ha⁻¹) mantuvo un buen nivel de control ($\geq 80\%$) al final del experimento (30 DDA), y los tratamientos 2 y 4, que sólo difieren en la formulación, presentaron un comportamiento similar (Cuadro 3).

Al final del experimento (30 DDA), la menor densidad de raigrás se observó en los tratamientos 2, 3 y 4 (aquellos que contenían pyroxasulfone), sin diferencias significativas entre ellos, con densidades promedio por tratamiento de 1545, 998 y 1528 plantas m⁻², respectivamente. Estos valores equivalen a una reducción en la densidad con relación al testigo (tratamiento 1) de 83% para el trata-

miento 3 y 74% para los tratamientos 2 y 4. En cuanto a las plantas vivas, al final del experimento cerca del 20% de las mismas aún presentaban síntomas de toxicidad por pyroxasulfone. La mayor densidad de plantas se observó en el tratamiento 5, con un valor promedio de 5582 plantas m⁻², el cual difirió significativamente de los tratamientos 2, 3 y 4, sin embargo, no difirió con respecto al testigo (5964 plantas m⁻²) (Figura 1 y Cuadro 2), no presentando efecto sobre la mortalidad de las mismas. Este valor equivale a una reducción de tan solo un 6% en la densidad respecto al testigo.

CONCLUSIONES

El herbicida pyroxasulfone presentó alta eficacia de control en *L. multiflorum*, presentando diferencias significativas respecto al testigo sin aplicar y al testigo comercial.

Respecto a la formulación de pyroxasulfone, la misma no afectó la eficacia de control de *L. multiflorum*.

El desarrollo de Yamato Top (pyroxasulfone 48 SC), una nueva formulación de pyroxasulfone, brindará a los productores nuevas herramientas y soluciones para el gran desafío de producir. «

Bibliografía

- BABCZINSKI P, WATANABE Y, NAKATANI M, YOSHIMURA T, HANAI R, TANETANI Y & SHIMIZU T (2012) Herbicides disturbing the synthesis of very long-chain fatty acids. In: Modern crop protection compounds. Eds. Kramer W, Schirmer U, Jeschke P et al., 2nd ed. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany.
- BAJWA A.A, LATIF S, BORGER C, IQBAL N, ASADUZZAMAN M, WU H & WALSH M (2021) The remarkable journey of a weed: biology and management of annual ryegrass (*Lolium rigidum*) in conservation cropping systems of Australia. *Plants* 10, 1505. <https://doi.org/10.3390/plants10081505>
- DIEZ DE ULZURRUN P & LEADEN MI (2012) Análisis de la sensibilidad de biotipos de *Lolium multiflorum* a herbicidas inhibidores de la enzima ALS, ACCCasea y glifosato. *Planta Daninha* 30(3), 667-673.
- GIGÓN R, VIGNA M & YANNICARI M (2017) Raigrás (*Lolium spp.*) Bases para su manejo y control en sistemas de producción (Ed. REM, AAPRESID) Rem, Aapresid, Rosario, Argentina.
- KERLE E, JENKINS J & VOGUE P (1996) Undertandig pesticide persistence and mobility for groundwater and surface water protection. Oregon State University Extension Service. EM 8561. http://wellwater.orst.edu/documents/Understanding_Pesticide_Persistence.pdf
- KOVACH J, PETZOLT J, DEGNI J & TETTE J (1992) A method to measure the environmental impact of pesticides. Cornell University. New York. United States
- LEWIS KA, TZILIVAKIS J, WARNER D & GREEN A (2016) An international database for pesticide risk assessments and management. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22(4), 1050-1064. DOI: 10.1080/10807039.2015.1133242
- MASAO N, YOSHIHIRO Y, HISASHI H & YUKIO U (2016) Development of the novel pre-emergence herbicide Pyroxasulfone. *J Pestic Sci.* 41(3), 107-112. doi:10.1584/jpestics.J16-05
- PAPA JC, TUESCA D, PONSÁ JC & PICAPIETRA G (2012) Confirmación de la resistencia a glifosato en un biotipo de raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.) del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. En: CD Actas XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas 227: 9, Potrero de los Funes, San Luis.
- PELTZER, S (2011) Annual ryegrass. Disponible en <https://www.agric.wa.gov.au/grains-research-development/annual-ryegrass> (Último acceso; 2 de junio de 2022)
- POLOK K (2007) Molecular evolution of the genus *Lolium* L. Olsztyn. Studio Poligrafii Komputerowej. 318pp
- VIGNA MR, LÓPEZ RL, GIGON R & MENDOZA J (2008) Estudios de curvas dosis-respuesta de poblaciones de *Lolium multiflorum* a glifosato en el SO de Buenos Aires, Argentina. En: Actas XXVI Congreso Brasileiro de Plantas Daninhas, XVIII Congresso de ALAM, Ouro Preto, Brasil.
- VIGNA MR, LÓPEZ RL & GIGÓN R (2011) Resistencia de *Lolium multiflorum* L. a diclofop-metil en el SO de Buenos Aires, Argentina. En: Actas XX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), 9 pp. Actas del Congreso en CD Viña del Mar, Chile.
- YANNICARI M, ISTILART C & GIMENEZ D (2009) Evaluación de la resistencia a glifosato de una población de *Lolium perenne* L. del sur de la provincia de Buenos Aires. En: Actas XII Congreso de SEMh. XIX Congreso de ALAM, II Congreso Iberoam. Cs. Maleza. Tomo 2:521-524, Lisboa, Portugal.
- YANNICARI M, VILA-AIUB M, ISTILART C, ACCIARES H & CASTRO A (2016) Glyphosate resistance in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) is associated with a fitness penalty. *Weed Science* 64, 71-79.
- WEEDSMART (2022) Harvest weed seed control. Disponible en: <https://www.weedsmart.org.au/big-6/harvest-weed-seed-control>. Último acceso 2 de junio de 2022.

Habilidad competitiva de cultivares comerciales de trigo pan de la Argentina

**Figueruelo, A.^{1,2*}; Dillchneider Loza, A.^{2,3};
Porta Siota, F.¹; Funaro, D.¹**

¹INTA EEA "Ing. Agr. Guillermo Covas", Anguil.
²Facultad de Agronomía, UNLPam, ³CONICET.
**figueruelo.andrea@inta.gob.ar*

Citar como: Figueruelo et al. (2022) Habilidad competitiva de cultivares comerciales de trigo pan de la Argentina. Malezas 7, 14-22.



RESUMEN

La habilidad competitiva es la capacidad de una especie de capturar recursos limitantes cuando crece en mezclas con otras especies y puede variar por las condiciones ambientales. La competitividad de los diferentes cultivares de trigo es una herramienta que contribuye con el manejo de malezas en sistemas de bajos insumos. Mediante el índice de agresividad (IA), durante el año 2020 fueron evaluados, en INTA EEA Anguil, 21 cultivares comerciales de trigo pan (*Triticum aestivum* L.), tomando como especie competidora a *Avena sativa* L. (cv. Florencia INTA). El diseño utilizado fue en franjas con tres repeticiones en bloques para cada tratamiento: (i) trigo, (ii) trigo + avena, (iii) avena. La siembra fue el 5 de julio del 2020 a una densidad de 220 y 180 pl m² para trigo y avena, respectivamente. Se midió la biomasa seca en dos momentos fenológicos, macollaje (Z2.3) y a cosecha (Z9) y se calculó el IA en ambos estados (IAM y IAc respectivamente). El IAM presentó valores entre 0,08 y 0,57 sin diferencias significativas entre los cultivares evaluados. El IAc varió entre -0,45 y 0,68. Cedro y MS INTA 119 fueron los cultivares menos competitivos y presentaron diferencias con el resto de los cultivares, sin presentar diferencias entre sí. Se destacan con mayor habilidad competitiva K. Serpiente, K. Mercurio, K. 100 años, K. Liebre, ACA 365, Buck Bellaco, Lapacho, SY 211, Buck Peregrino, Guayabo y Buck Destello con valores de IAc > 0,3. El IAc explicó el 65% de la variabilidad en el rendimiento relativo en granos.

Palabras clave: herbicidas, índice de agresividad, manejo, malezas, rendimiento.

SUMMARY

Competitive ability is the capacity of a species to capture limiting resources when it grows in mixtures with other species and can vary due to environmental conditions. The competitiveness of the different wheat cultivars is a tool that contributes to the management of weeds in low-input systems. Using the aggressiveness index (AGR), during the year 2020, 21 commercial cultivars of

bread wheat (*Triticum aestivum* L.) were evaluated in INTA EEA Anguil, taking as a competing species *Avena sativa* L. (cv. Florence INTA). The design used was in strips with three replications in blocks for each treatment: (i) wheat, (ii) wheat + oats, (iii) oats. Planting was on July 5, 2020 at a density of 220 and 180 pl m² for wheat and oats, respectively. Dry biomass was measured at two phenological moments, potting (Z2.3) and harvest (Z9) and ai was calculated in both states (AGRm and AGRc respectively). The AGRm presented values between 0.08 and 0.57 without significant differences between the cultivars evaluated. The AGRc ranged from -0.45 to 0.68. Cedro and MS INTA 119 were the least competitive cultivars and presented differences with the rest of the cultivars, without presenting differences between them. Stand out with greater competitive ability K. Serpiente, K. Mercurio, K. 100 years, K. Liebre, ACA 365, Buck Bellaco, Lapacho, SY 211, Buck Peregrino, Guayabo and Buck Flash with values of AGRc > 0.3. The AGRc explained 65% of the variability in relative yield in grains.

Keywords: herbicides, aggressiveness, management, weeds, yield.

INTRODUCCIÓN

La habilidad competitiva es la capacidad de una especie de capturar recursos limitantes cuando crece en mezclas con otras especies y puede variar por las condiciones del ambiente. Se define a un cultivar competitivo como aquel que mantiene su rendimiento en presencia de malezas, o como aquel que tiene la capacidad de reducir significativamente el crecimiento de las mismas (Golberg, 1990). La agresividad involucra el estudio de la habilidad competitiva y la intensidad de competencia de cada especie en particular y se calcula generalmente con la biomasa de las plantas creciendo en monoculturas y en mezclas (Weigelt & Jolliffe, 2003).

En los últimos años, el aumento de los problemas derivados de biotipos de malezas resistentes a herbicidas, sumado a los posibles daños ambientales asociados al uso de los mismos, han generado la necesidad de eva-

luar propuestas alternativas al control químico (Heap, 2012). Los cultivares con capacidad supresora, definidos como aquellos que reducen la biomasa de las malezas, son una alternativa al manejo de la resistencia a herbicidas y la disminución en el uso de los mismos. Lemerle *et al.* (1996), la implementación de cultivares con capacidad de supresión de malezas no es una alternativa al control químico, sino una medida complementaria de utilidad.

La habilidad de competir con las malezas muestra una elevada variabilidad a nivel de cultivares, siendo consistente entre años y entre localidades (Olensen *et al.*, 2004). Existe información vinculada a la contribución de diferentes cultivares de trigo para la supresión de malezas. Entre las características ecofisiológicas del cultivo, la biomasa inicial ha demostrado asociación con la capacidad de supresión de las malezas (Bertholdsson 2004; 2005). Algunos autores plantean la hipótesis de que la altura de los cultivares podría explicar la alta variabilidad en la habilidad competitiva de trigos evaluados en el suroeste de la provincia de Buenos Aires (López *et al.*, 2011). En cambio, Acciaresi *et al.* (2017) determinaron que esta respuesta diferencial de los cultivares de trigo se debe a una mayor eficiencia en la captación de la radiación debido a un mayor índice de área foliar.

A pesar del conocimiento existente en relación a las fuentes de variación de la habilidad competitiva de los cultivos, la selección de cultivares competitivos no forma parte de los programas de mejoramiento, ni tampoco es considerada una opción de elección por parte de los productores (Andrew *et al.*, 2015). Con el fin de sumar evidencias y contribuir a una mayor adopción de esta herramienta, el objetivo del trabajo fue eva-

luar, a partir del uso del índice de agresividad (IA), la habilidad competitiva de 21 cultivares de trigo comerciales, tomando avena como especie competidora. Los resultados obtenidos permitieron realizar un ranking del comportamiento frente a las malezas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2020/21 en la EEA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas” de INTA se evaluaron 21 cultivares comerciales de trigo pan (*Triticum aestivum* L.), tomando como especie competidora *Avena sativa* L. (cv. Florencia INTA). El suelo donde se realizó el ensayo fue clasificado como Paleustol petrocálcico de textura franco arenosa, con 1,5% de materia orgánica, 55 kg ha⁻¹ de nitratos disponibles a 0-40 cm de profundidad y una capacidad de almacenaje de agua útil de 95 mm hasta los 120 cm de profundidad. Los cultivares evaluados fueron: ACA 603, ACA 365, Buck Peregrino, B. Bellaco, B. Resplendor, B. Destello, SY 120, SY 200, SY 211, Klein Minerva, K. Mercurio, K. 100 Años, K. Liebre, K. Huracán, K. Serpiente, MS INTA 119, Algarrobo, Cedro, Lapacho, Guayabo y Basilio.

El diseño del experimento fue en franjas con tres repeticiones en bloques completos aleatorizados, con un tamaño de parcela de 2,8 m x 5 m. Se evaluaron tres tratamientos: (i) trigo, (ii) trigo + avena, (iii) avena. El tratamiento (i) de monocultura de los cultivares de trigo pan (*i.e.* sin competencia con avena) se sembraron con un espaciamiento entre surcos de 20 cm. La avena se sembró transversalmente, previo a la siembra del trigo pan para establecer las parcelas de los tratamientos (ii) trigo + avena (en competencia) y (iii) avena en monocultura. La siembra de todos los tratamientos se realizó en siembra directa el 5 de julio de 2020 a una densidad de 220 pl m⁻² para trigo y 180

Cuadro 1. Precipitaciones mensuales (mm) del año 2020 y las registradas para la serie histórica 1973-2016. Estación meteorológica automática INTA Anguil.

Período	Precipitaciones (mm)						
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2020	9,4	25,5	1,5	123,5	20,7	32,6	34
1973-2016	19,6	20,9	25,5	47,7	86,7	81,1	96,2

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.





pl m⁻² para avena. A la siembra, se fertilizó con 50 kg ha⁻¹ fosfato monoamónico (11-52-0). Las malezas presentes inicialmente se eliminaron con la aplicación de una mezcla con metsulfurón 4 g i.a. ha⁻¹ y dicamba 104 cm³ i.a. ha⁻¹.

Para la determinación de la habilidad competitiva de los cultivares, se efectuaron cortes de biomasa en dos momentos del ciclo del cultivo, macollaje (Z2.3) y cosecha (Z9.0) según escala de Zadocks *et al.* (1974). Se determinó la biomasa aérea seca

(g MS) en cada corte, sobre un área de 0,5 m². A cosecha, se obtuvo el rendimiento en grano (kg ha⁻¹) sobre una superficie de 1 m². Se calculó el índice de agresividad (IA), según la Ecuación 1 propuesta por Mc Gilchrist & Trenbath (1971) y modificado por Satorre & Guglielmini (1990) para evaluar la habilidad competitiva en Z2.5 (IAm) y Z9.0 (IAc).

$$IA = RRC + RRM - RRM / RRC$$

Ecuación 1

donde, RRC es el cociente del rendimiento de biomasa seca aérea total por unidad de área del cultivo en mezclas y su rendimiento de biomasa en monocultura, y RRM es el rendimiento de biomasa seca aérea total de la maleza en mezcla con el cultivo en relación a su rendimiento de biomasa sin la competencia del mismo. El índice puede tomar valores entre -1 y 1, cuanto más positivo es el valor mejor es la competencia de ese cultivar frente a la maleza.

Los datos obtenidos se sometieron a análisis de la varianza y para la comparación de medias se utilizó la prueba LSD de Fisher con nivel de significancia de 0,05. Se realizó un análisis de medidas repetidas en el tiempo para evaluar contraste entre el IA en los dos

Los índices de competitividad permiten conocer y aportar información sobre la habilidad competitiva de los diferentes cultivares comerciales de trigo frente a las malezas.




La historia se repite.

Calidad italiana que llegó para mejorar nuestros cultivos.



CALIDAD
EUROPEA

www.sipcam.com.ar

Redes sociales:   

Cultivamos crecimiento



SIPCAM
ARGENTINA

Cuadro 2. Temperaturas mensuales (°C) medias, mínimas y máximas para el año 2020 y la serie histórica 1973-2016. Estación meteorológica INTA Anguil.

Período		Temperatura (°C)		
		Media	Mínima	Máxima
Septiembre	2020	12,6	4,6	19,9
	1973-2016	12,5	4,6	21,0
Octubre	2020	15,4	8,8	22,8
	1973-2016	21,3	12,5	29,9
Noviembre	2020	19,8	11,9	26,4
	1973-2016	15,3	7,7	23,1
Diciembre	2020	22,9	14,5	29,6
	1973-2016	23,3	13,6	32,8

momentos del ciclo del cultivo analizados (Z2.3 y Z9.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el ciclo del cultivo las precipitaciones registradas fueron de 238 mm. El agua almacenada en el perfil del suelo al momento de la siembra sumada a los 26 mm apor-

tados en el mes de julio (Cuadro 1) permitieron una buena emergencia e implantación del ensayo. El mes de agosto no registró precipitaciones, las cuales llegaron en el mes de septiembre en el momento de desarrollo del macollaje. Las precipitaciones durante los meses de octubre y noviembre fueron menores a las históricas, pero con una distribución que permitió un rendimiento superior a la media histórica (3.018 kg ha⁻¹) para la región (MAGyP, 2021).

Las temperaturas máximas y mínimas que se registraron en el mes de octubre fueron más frescas que la serie histórica en alrededor de 6 °C de diferencia (Cuadro 2). Esto se revirtió en el mes de noviembre. No se registraron temperaturas mayores a 36,7 °C (Wardlaw & Wrigley, 1994) ni heladas durante el período reproductivo del cultivo.

El índice de agresividad en Z2.5 (IAm) presentó valores entre 0,08 y 0,57 (Figura 1). Si bien los valores fueron positivos no se registraron diferencias estadísticamente signifi-



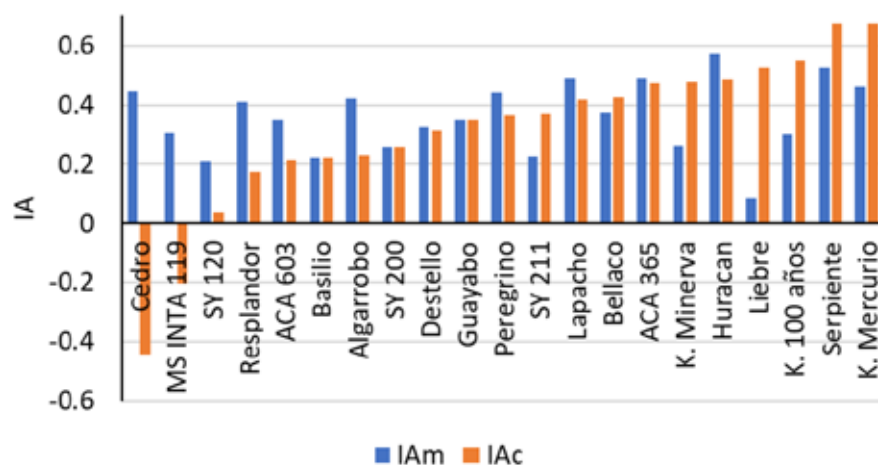


Figura 1. Control visual 28 días después de la aplicación de *Amaranthus hybridus* EPSPs+ALS resistente en Argentina: Dosis respuesta de 2,4-D colina (Enlist Colex-D®) y mezclas de tanque con glufosinato de amonio. Fuente: Frene *et al.*, 2016.

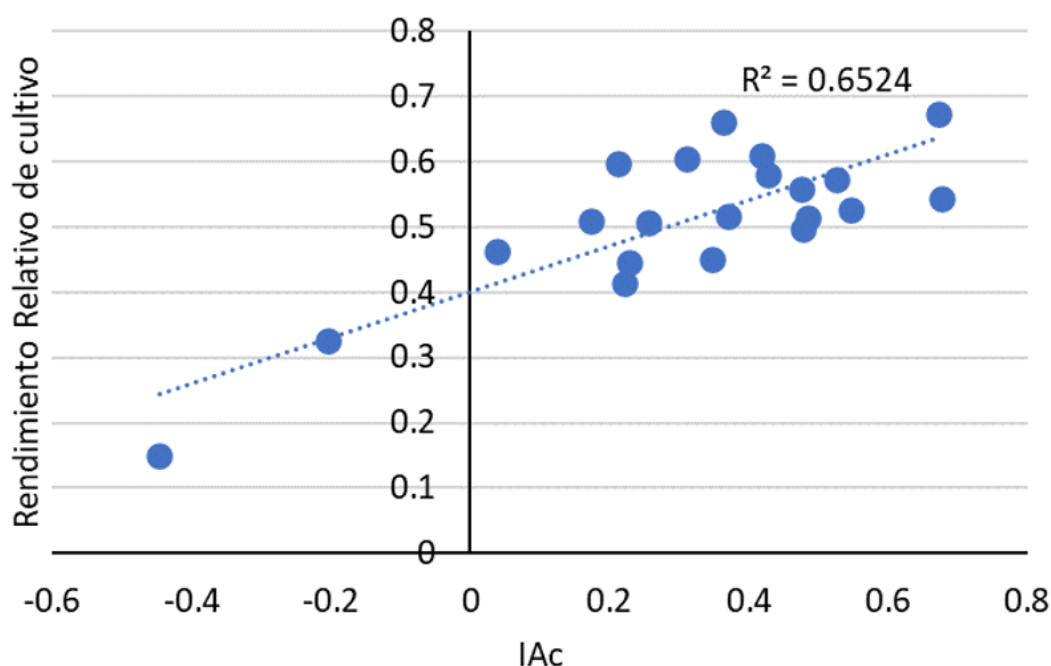


Figura 2. Rendimiento relativo del cultivo en función del índice de agresividad a cosecha (IAc).

ficativas entre los cultivares evaluados ($p=0,43$) lo cual indica que no hubo cultivares que puedan identificarse como destacados competitivamente a macollaje. El IAc (*i.e.* en Z9.0) varió entre -0,45 y 0,68. Los cultivares Cedro y MS INTA 119 fueron los menos competitivos y presentaron diferencias significativas con el resto de los cultivares

($p< 0,01$), pero sin diferencias estadísticas entre ellos. Se destacaron por su mayor habilidad competitiva K. Serpiente, K. Mercurio, K. 100 años, K. Liebre, ACA 365, B. Bellaco, Lapacho, SY211, B. Peregrino, B. Guayabo y B. Destello con valores de IAc > 0,3 (Figura 1). Los valores de IAc de los cultivares K. Serpiente y B. Destello fueron

superiores a los encontrados por Castellarin *et al.* (2019) en Oliveros (provincia de Santa Fe). Además, Castellarin *et al.* (2019) encontraron que la variedad Basilio presentó IAc negativa, en cambio en el presente trabajo este cultivar obtuvo valores positivos. Esto refleja que las respuestas de los cultivares son variables según el ambiente (años y localidades) (López *et al.*, 2011).

En algunos cultivares el IA varió según el estado fenológico en el cual fue evaluado. Así, Cedro difirió significativamente en el IAm y el IAc ($p < 0,0074$) pasando de valores positivos en macollaje a negativos a cosecha. Los contrastes también arrojaron diferencias significativas entre el IAc de Cedro con respecto al IAm de Lapacho y al IAc de K. Minerva, K. Mercurio, K. 100 años, K. Liebre y K. Serpiente. Los cultivares Guayabo, Destello, Peregrino, Lapacho, Bellaco, ACA 365, K. Serpiente, K. Mercurio y Huracan tuvieron IA superior a 0,3 tanto en macollaje como en cosecha, lo que indica que su habilidad competitiva se mantuvo estable durante todo su ciclo de cultivo. En cambio, los cultivares Cedro, MS INTA 119, Resplandor, ACA 603 y Algarrobo, tuvieron buena competencia ($IAm > 0,3$) en macollaje pero con el avance del ciclo del cultivo y de la maleza se vio afectada la

producción de biomasa.

El IAc explicó el 65% de la variabilidad en el rendimiento relativo en grano (Figura 2). Al igual a lo planteado por Bertholdsson (2004; 2005), la capacidad de producción de biomasa es el componente principal a tener en cuenta para la selección de cultivares más competitivos. Aquellos con IAc más alto tuvieron pérdidas de 42% de rendimiento en promedio, mientras que para los que presentaron valores negativos de IAc, las pérdidas de rendimiento fueron del 76% respecto al cultivar sin competencia.

CONCLUSIONES

Los índices de competitividad permiten conocer y aportar información sobre la habilidad competitiva de los diferentes cultivares comerciales de trigo frente a las malezas. Esta información requiere ser actualizada a nivel regional con el fin de evaluar la estabilidad de los cultivares frente a las variaciones del ambiente y por el lanzamiento de nuevos cultivares comerciales al mercado de trigo argentino. Avanzar es este objetivo permitiría fortalecer la existencia de una alternativa que se sume al abanico de prácticas disponibles para el control de las mismas dentro de un manejo integrado. «

Bibliografía

ACCIARESI H, CENA M, BURATOVICH M, PICAPIETRA G & TERRILI I (2017) Uso de variedades competitivas de trigo para el manejo de malezas en el noroeste bonaerense. Revista RTA, INTA EEA Pergamino 10(33), 34-36.

ANDREW IKS, STARKEY J & SPARKES DL (2015) A review of the potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. Weed Research 55, 239-248.

BERTHOLDSSON NO (2004) Variation in allelopathic activity over one hundred years of barley selection and breeding. Weed Research 44, 78-86.

BERTHOLDSSON NO (2005) Early vigour and allelopathy – two useful traits for enhanced barley and wheat competitiveness with weeds. Weed Research 45, 94-102.

CASTELLARIN JM, GARCIA AV & PAPA JC (2019) Habilidad competitiva de distintos cultivares de trigo pan (campaña 2018-2019) en el sur de la provincia de Santa Fe. Revista Para mejorar la producción 58.

GOLDBERG DE (1990) Components of resources competition in plant communities. In: Grace JB & Tilman D. (Eds). Perspectives in Plant Competition (pp 27-45) Academic Press, CA, USA.

HEAP I (2012) The international survey of herbicide resistant weeds. <http://www.weedscience.com>

LEMERLE D, VERBEEK B, COUSENS RD & COOMBES NE (1996) The potential for selecting wheat varieties strongly com-

petitive against weeds. Weed Research 36, 505-513.

LOPEZ L, VIGNA MR & GIGON R (2011) Habilidad competitiva de cultivares de trigo pan de ciclo largo e intermedio. XX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). Universidad de Viña del Mar, Chile. Diciembre de 2011. 4-9 p.

MC GILCHRIST CA & TRENATH BR (1971) A revised analysis of plant competition experiments. Biometrics 27, 859-871.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA-MAGyP (2021). Datos Agroindustriales. from https://datos.agroindustria.gov.ar/series/api/series/?ids=AGRO_0103 [18 de noviembre de 2021]

OLENSEN JE, HANSEN PK, BERNTSEN J & CHRISTENSEN S (2004) Simulation above-ground suppression of competing species and competition tolerance in winter wheat varieties. Fields Crops Research. 89 (2-3), 263-280.

SATORRE EH & GUGLIELMI AC (1990) Competencia entre trigo (*Triticum aestivum*) y malezas. I. El comportamiento de cultivares modernos de trigo. Actas II Congreso Nacional de Trigo. Tomo II, IV:77-87. AIANBA Pergamino.

WARDLAW IF & WRIGLEY CW (1994) Heat tolerance in temperate cereals: an overview. Australian Journal of Plant Physiology 21, 695-703.

WEIGELT A & JOLIFFE P (2003). Indices of plant competition. Essay review. Journal of Ecology 91, 707-720.

ZADOKS JC, CHANG TT & KONZAK CF (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14, 415-421.

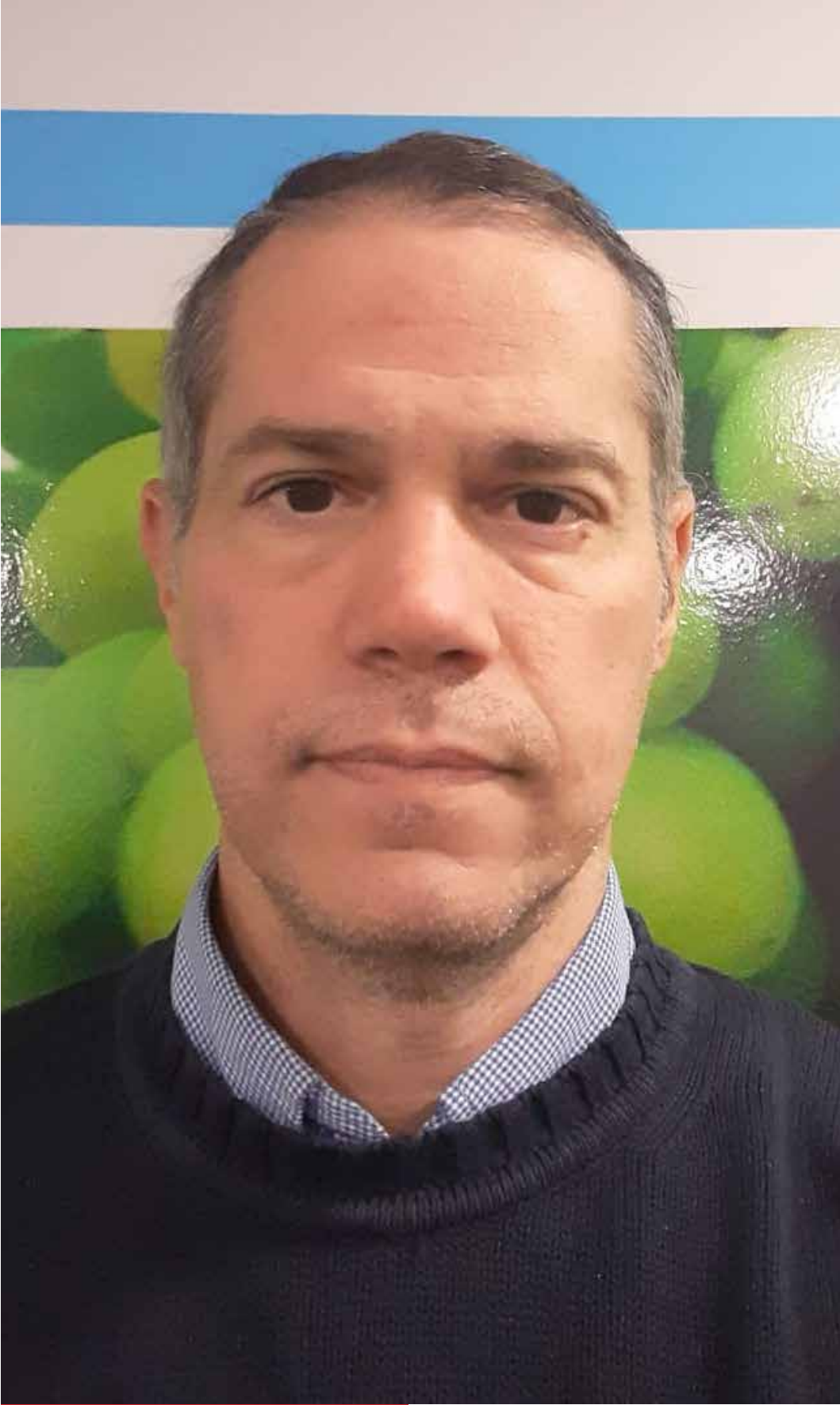


EL CAMPO EN SU MEJOR VERSIÓN

SpeedAgro
The Greener Standard

www.speedagro.com.ar

— ENTREVISTA AL ING. AGR. NICOLÁS AUNÓN



Ing. Agr. Nicolás Aunón

Director de Agroquímicos y Biológicos del SENASA

1- En el proceso de registro en el mercado argentino de un agroquímico formulado con un ingrediente activo nuevo:

a. ¿Qué información se debe presentar para su aprobación?

Al ser una molécula sin antecedentes en la Argentina, la empresa debe cumplir con lo solicitado en los capítulos 5, 6 y 8 de la Res. Ex SAGPyA 350/99 y presentar en SENASA la información completa, que consta de:

- Estudios toxicológicos (agudos, crónicos, de corto, mediano y largo plazo, mutagénesis, teratogénesis, etc) y estudios de ecotoxicológicos (efecto sobre el ambiente y animales).
- Aval toxicológico realizado por un grupo de profesionales independientes (grupo de avalistas toxicológicos y eco toxicológicos).
- Estudios de eficacia y residuos que van a determinar cuál será la buena práctica agrícola (BPA) para su uso a campo.

b. Desde el punto de vista legal ¿qué estudios deben validarse en la Argentina?

Tanto los estudios de eficacia como los de residuos se deben realizar en el país, en dos campañas agrícolas y en tres zonas agroecológicas diferentes. Los estudios de residuos deben ser realizados por entidades que acrediten Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL) para estudios de residuos a campo. Los estudios toxicológicos, eco-toxicológicos y los relacionados a la composición y la determinación de impurezas deben realizarse con protocolos estandarizados, en laboratorios que certifiquen BPL de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) y además pertenecer a la red de laboratorios de la red oficial SENASA en todo el mundo.

c. ¿Quién establece los protocolos para aquellos estudios que deben

realizarse localmente? ¿Se controlan?

Los protocolos de los estudios regulatorios son generados y aprobados por organismos internacionales con competencia para el tema y son realizados por laboratorios que acreditan competencia técnica a través de certificación de calidad y acreditan BPL para trazabilidad documental. Los protocolos de eficacia están establecidos en la Res. SENASA 1684/19. Por su parte, los protocolos de los ensayos de residuos están establecidos por OCDE y deben realizarse tanto en su fase de campo como de laboratorio cumpliendo con normas de BPL. Estos ensayos son auditados por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA).

d. Para el caso de que la información que presenta la empresa incluya estudios realizados en el exterior y no es necesaria su validación en la Argentina. ¿Cuáles son los protocolos que deben cumplirse? ¿Son los mismos en todos los países?

Los estudios se realizaron en el exterior deben cumplir también con los protocolos establecidos bajo normas FAO y OCDE y las normas de las BPL. Cualquier otro protocolo que se desee utilizar debe ser consultado con SENASA. Los protocolos que se deben cumplir los establece la norma de registro de cada país, a través de la normativa de sus agencias regulatorias, por ende no necesariamente son los mismos. Argentina específicamente sigue los lineamientos de la FAO, en cuanto a los requisitos de estudios regulatorios.

e. ¿Cuál es la tasa anual de registro de nuevos productos herbicidas, insecticidas y fungicidas en la Argentina? ¿Cómo se posiciona la Argentina con respecto a otros países del mundo?

En la Argentina se registran entre 5 y 10 moléculas nuevas por año. En algunos casos la Argentina es el primer registrante a nivel

Los productos de mercado interno, importación y exportación se controlan siguiendo el Plan Creha de SENASA, donde cada año se priorizan diferentes combinaciones de especies vegetales y fitosanitarios para ser analizadas.

mundial, por ejemplo, el insecticida con el principio activo pynazolin cuya marca comercial es Virantra de la empresa Syngenta.

En relación con la clase toxicológica que se expresa mediante el color de bandas de la etiqueta

2. En relación con la clase toxicológica que se expresa mediante el color de bandas de la etiqueta

a. ¿Mediante qué clase de toxicidad se establece?

Los productos se inscriben en el Registro Nacional de Terapéutica Vegetal en cumplimiento de los requisitos establecidos por el “Manual de procedimientos, criterios y alcances para el registro de productos fitosanitarios en la República Argentina” (https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_proced_res_350-99.pdf), aprobado por Resolución SAGPyA N° 350/1999. Esta norma adoptó para la Argentina la quinta edición del “Manual sobre elaboración y empleo de las especificaciones de la FAO

para productos destinados a la protección de plantas” <https://www.fao.org/3/I5713s/I5713s.pdf>

La clase toxicológica expresada mediante el color de las bandas de la etiqueta corresponde al **producto formulado** para lo cual se debe realizar una serie de estudios de toxicidad aguda en mamíferos. A partir de los resultados de estos estudios, los productos formulados se clasifican por su riesgo toxicológico agudo para mamíferos. La clasificación toxicológica, que se establece a los fines de registro para todos los productos formulados y se utiliza para determinar la banda toxicológica, está basada en la clasificación de la OMS (la más difundida es la de 1995 pero existen anteriores). La más actual es del año 2009 y se estableció a través de la Resolución SENASA 302/2012 actualizando lo dispuesto por la Resolución 350/1999. La clasificación determina distintas clases toxicológicas según la DL 50 (Dosis letal 50) oral y dermal agudas. Es importante resaltar que la clasificación del 2009 modificó los parámetros de agrupamiento, haciendo

Las clases según la OMS del 2009 son:

CLASE TOXICOLOGICA	ORAL (mg kg ⁻¹)	DERMAL (mg kg ⁻¹)
Ia – Extremadamente peligroso	< 5	< 50
Ib – Altamente peligroso	5 a 50	50 a 200
II – Moderadamente peligroso	> 50 a 2000	> 200 a 2000
III – Ligeramente peligroso	> 2000 a 5000	> 2000 a 5000
IV – Productos que normalmente no ofrecen peligro	> 5000	> 5000



más restrictivos los valores para establecer las clases toxicológicas. De este modo, un producto para ser **banda verde** hoy tiene que cumplir con valores de toxicidad aguda más bajos que los establecidos anteriormente.

Antes, si la DL50 oral aguda para un producto líquido era superior a 3000 mg kg^{-1} y en un sólido mayor a 2000 mg kg^{-1} se clasificaba como **banda verde**, hoy se requiere que para ambos casos la DL sea superior a 5000 mg kg^{-1} , de manera tal que este valor de DL50 más alto significa que la toxicidad aguda del producto debe ser menor para ser considerado **clase IV**.

b. ¿Cómo se cuantifica la clase toxicológica?

Se cuantifica a través de la determinación de la DL50 oral aguda que es la “cantidad de una sustancia que es necesario ingerir (en el caso de la vía **oral**) o absorber (en el caso de la **dermal**) de una sola vez para producir la muerte del 50% de la población del ensayo”, generalmente roedores. Esta dosis se expresa generalmente en mg kg^{-1} de peso del animal ensayado.

La clase toxicológica se define en función de la categoría más restrictiva, que en la ma-

yoría de los casos es la clase toxicológica definida por la toxicidad oral.

c. ¿Quién lleva adelante los estudios de toxicidad?

Los estudios provienen de laboratorios (nacionales y extranjeros) registrados en SENASA, de acuerdo con lo establecido por la Resolución SENASA N° 230/00, se realizan en conformidad con normativas de las BPL y cumplen lineamientos internacionales (principalmente OECD), ya sea en lo que se refiere a las BPL como en el desarrollo del estudio en sí.

d. ¿La clase toxicológica, corresponde sólo a la formulación presentada?

Como se desprende de lo anteriormente mencionado la clase toxicológica se determina para la formulación que se registra. Cada producto formulado aunque tenga dentro de su composición el mismo principio activo, pueden tener diferentes coformulantes que son parte de los productos formulados y que determina su perfil toxicológico.

3. En relación con las patentes de un producto registrado:

a. ¿Cuánto dura la patente?

SENASA no regula las patentes de los productos fitosanitarios.

b. ¿Qué información debe presentar una empresa interesada en registrar un producto cuya patente venció?

La información que debe presentar una empresa interesada es la establecida en la normativa vigente para el registro de moléculas equivalentes y sus formulaciones asociadas. Esta información es muy extensa para detallarla en una entrevista, pero incluye la eficacia, la toxicología aguda, el proceso de formulación y la cuantificación de activos, envases, plantas formuladoras, etc.

c. ¿Cuánto tiempo permanece vigente la información que sirvió para registro de un producto? Por ejemplo, hay productos que aún están en uso y se registraron en la década del 70 o antes ¿dicha información se re-

valida periódicamente atendiendo a avances metodológicos?

Se realizó una re-evaluación de todos las moléculas registradas en el año 1999, debido al cambio de normativa y, a partir de ese momento, se reevalúa mediante el capítulo 18 de la Res. Ex SAGPyA 350/99 para algunas moléculas que sean priorizadas. El propósito del proceso de análisis de riesgo de productos registrados es determinar si se debe iniciar con los procedimientos para cancelar o reclasificar el registro de un producto fitosanitario, cuando los usos autorizados de ese producto puedan causar efectos adversos, en las condiciones locales de uso, inaceptables tanto para la salud como para el ambiente.

Nos encontramos trabajando en la actualización de esta norma de forma tal que contemple la reevaluación periódica de las moléculas registradas en la Argentina.

4. La etiqueta de un producto expresa el modo que debe utilizarse un producto, ¿de quién depende la fiscalización del cumplimiento del uso correcto y cómo se realiza la fiscalización?

La fiscalización de la aplicación es competencia de las diferentes provincias, localidades etc. Cada provincia tiene su ley de agroquímicos que regula entre otras cosas la aplicación de los fitosanitarios y se realiza la fiscalización siguiendo los lineamientos de cada provincia y localidad.

5. Considerando la presencia de re-

siduos en productos de cosecha, ¿cómo se controla la presencia de residuos en productos destinados tanto a la exportación como al mercado interno y quien realiza el control?

Los productos de mercado interno, importación y exportación se controlan siguiendo el Plan Creha de SENASA, donde cada año se priorizan diferentes combinaciones de especies vegetales y fitosanitarios para ser analizadas. Este control se realiza los laboratorios de SENASA y de la Red de laboratorios de SENASA. Para más información sobre este plan se puede ingresar a este link: <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/covarc/plan-creha/plan-creha-vegetal>

6. Aproximadamente, cuantos productos que se utilizan en la Argentina, están prohibidos en Estados Unidos y en Europa

No tenemos ese dato pero la Argentina tiene un criterio similar al de Estados Unidos donde se determina la prohibición o no de un producto mediante un análisis de riesgo. En Europa en cambio como criterio de corte utilizan el criterio de peligro que no tiene en cuenta la exposición. Por lo tanto solo se basan en características toxicológicas intrínsecas de cada molécula y no consideran que cumpliendo con las buenas practicas agricolas (BPA) es posible la aplicación de fitosanitarios sin riesgo alguno y con el menor impacto al ambiente como a las salud de personas o animales. «

Cada provincia tiene su ley de agroquímicos que regula entre otras cosas la aplicación de los fitosanitarios y se realiza la fiscalización siguiendo los lineamientos de cada provincia y localidad.

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



Limitantes de la adopción del manejo integrado de malezas en sistemas productivos de granos en la región pampeana argentina

Kruk, B.C.¹; Rodríguez, S.¹; Moya, M.²; Satorre, E.H.¹

¹Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Vegetal, Cátedra de Cerealicultura. Av. San Martín 4453 (CP: 1417). Buenos Aires, Argentina.

²Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Departamento de Economía, Desarrollo y Planeamiento Agrícola, Cátedra de Cátedra de Extensión y Sociología Rurales. Av. San Martín 4453 (CP: 1417). Buenos Aires, Argentina.

*bkruk@agro.uba.ar

Citar como: Kruk et al. Limitante de la adopción del manejo integrado de malezas en sistemas productivos de granos en la región pampeana argentina (2022) Malezas 7, 30-39.

RESUMEN

El manejo integrado de malezas (MIM) es clave para el desarrollo de una agricultura sostenible. Sin embargo, es baja su adopción por parte de asesores y productores agropecuarios de la región pampeana argentina. Para identificar y jerarquizar razones de esta baja adopción se realizaron encuestas (i) mediante una plataforma digital y (ii) en forma presencial durante jornadas de capacitación con asesores y productores. La diversificación de las tecnologías asociadas al uso de herbicidas y los cultivos de cobertura fueron identificadas por el 40,5 y 33,3% de los encuestados, respectivamente, como los componentes del MIM más efectivos para atenuar el impacto de las malezas. Sin embargo, se identificaron también aspectos que limitarían la adopción de estas prácticas: el aumento de los costos y el consumo de agua de los cultivos de cobertura que afecta al cultivo siguiente. Otras estrategias de manejo eficaces y de bajo costo tales como la limpieza de las cosechadoras, la rotación de cultivos o cambios en la fecha de siembra y el aumento de la densidad de plantas fue-

ron escasamente consideradas por los encuestados (<12%). Los resultados sugieren la persistencia de un análisis de corto plazo sobre el problema de malezas, fuertemente basado en tecnologías de insumo, que atenta contra soluciones efectivas de largo plazo. Además, la inestabilidad macroeconómica de la Argentina y el régimen de tenencia de la tierra (*e.g.* arrendamiento anual) desalientan la inversión en prácticas alternativas que requieren una planificación a largo plazo y un aumento en la atención para lograr resultados en esta problemática.

Palabras clave: estrategias de manejo de malezas, contratos de arrendamiento, herbicidas en MIM, cultivo de cobertura, planificación a largo plazo.

SUMMARY

Integrated weed management (IWM) is key for the development of sustainable extensive agriculture. However, its adoption by advisors and farmers in the Argentine Pampas region is low. To identify and prioritize reasons for this low adoption, surveys were conducted (i) through a digital platform and



(ii) in person during training days with advisors and producers. The diversification of technologies associated with the use of herbicides and cover crops were identified by 40.5% and 33.3% of respondents, respectively, as the most effective components of the MIM to mitigate the impact of weeds. However, aspects that would limit the adoption of this practice were also identified: the increase in costs and water consumption of cover crops affecting the next crop. Other effective and low-cost management strategies such as cleaning harvesters, crop rotation or changes in planting date and increasing plant density were poorly considered by respondents (<12%). The results suggest the persistence of a short-term analysis of the weed problem, strongly based on input technologies, which threatens effective long-term solutions. In addition, Argentina's macro-economic instability and land tenure regime (*e.g.* including short-term rental contracts) discourage investment in alternative practices that require long-term planning and increased attention to achieve results in this problem.

Key words: IWM adoption, land rental contracts, herbicides in IWM, cover crops, long-term weed control practices.

INTRODUCCIÓN

El manejo integrado de malezas (MIM) es uno de los componentes clave del desarrollo de una agricultura sostenible, orientado a disminuir la infestación de especies malezas en lotes de producción con baja dependencia de herbicidas sin afectar la productividad ni el rendimiento económico del sistema (Chikowo *et al.*, 2009). Con el objetivo de resolver el problema desde una perspectiva multidisciplinaria que provea soluciones a largo plazo integradas al sistema de producción, el MIM se basa en la aplicación de estrategias que incorporan aspectos tales como: (i) rotación de cultivos, (ii) rotación de técnicas de manejo asociadas a los cultivos (*e.g.* fecha de siembra, densidad y arreglo espacial del cultivo, fertilización, etc.), (iii) rotación de herbicidas con diferentes principios activos y de las técnicas de control (*e.g.* momento y forma de apli-

cación) y (iv) conocimientos de la dinámica poblacional de la maleza (Cussans, 1996). El MIM utiliza, entonces, el conocimiento y todas las prácticas y métodos disponibles para regular la dinámica poblacional de las malezas y mantener sus densidades en valores por debajo del nivel de daño económico para los cultivos.

En la Argentina, el MIM es frecuentemente propuesto como concepto dominante. Sin embargo, es baja su adopción por parte de asesores y productores de la región pampeana. El régimen de arrendamiento de las tierras para agricultura extensiva, que en general corresponden a un período anual, ha sido mencionado como una limitante a la adopción de prácticas de manejo con efectos a mediano y largo plazo (Rubione & Ward, 2016; Moya *et al.*, 2019). La dificultad de valorar los beneficios derivados de enfoques alternativos y el desconocimiento del problema, entre otros, han sido presentados como una barrera para el cambio y la apertura hacia un real MIM en sistemas de producción de cultivos de granos (Satorre, 2015).

Identificar las razones que reducen la expansión de estrategias de MIM reviste importancia para transferir la información necesaria que facilite su adopción. Si bien se proponen distintos motivos a la baja implementación del MIM, son escasos los resultados de relevamientos directos que indaguen la opinión de los tomadores de decisión. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue identificar y jerarquizar las razones por las cuales los productores y asesores agropecuarios no adoptan estrategias de MIM en los sistemas de producción de cultivos para granos de la región pampeana argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos encuestas entre los meses de agosto y diciembre de 2016. La Encuesta 1 fue estructurada (Denzin, 1989; Morimoto, 2005) y respondida por suscriptores de la aplicación Agroconsultas Online (www.agroconsultasonline.com.ar) y por asesores de AACREA (www.crea.com.ar) de la región Sur de Santa Fe. La Encuesta 2 fue una encuesta problema no estructurada (Denzin,

Cuadro 1. Sentencias formuladas a asesores y productores agropecuarios en (A) Encuesta 1 y (B) Encuesta 2.

A. Encuesta 1
a. Localidad donde realizan las actividades.
b. Formas de tenencia de la tierra.
c. Duración de los contratos de arrendamiento.
d. Especies de cultivos que siembran y el planteo productivo.
e. Criterios para la toma de decisiones de manejo del cultivo.
f. Momento del monitoreo de malezas.
g. Momentos de aplicación de herbicidas.
h. Limpieza de maquinarias antes de entrar al lote.
i. Exigencias del receptor de granos en cuanto a la presencia de semillas de malezas en el producto cosechado.
B. Encuesta 2
a. ¿Cuáles son las especies malezas más importantes de cada cultivo?
b. Indique si estas especies malezas presentan resistencia y/o tolerancia a algún herbicida.
c. Indique los motivos por los cuales considera que dichas especies malezas son problemáticas en los cultivos citados.
d. Proponga elementos que incorporaría al solucionar este problema.
e. Mencione las limitaciones que encuentra en la implementación del nuevo manejo de malezas propuesto.

1989; Morimoto, 2005), respondida por un grupo de productores y asesores que participaron de una jornada de capacitación. Los cuestionarios de ambas encuestas se muestran en el Cuadro 1.

Con la información obtenida a partir de las dos diferentes instancias de encuestas, se delimitaron tres zonas representativas de la región pampeana según la similitud en las características edafo-climáticas y en la implementación de sistemas de producción de cultivos (Hall, 1992). Los resultados de la Encuesta 1 (estructural) se expresaron en porcentaje con relación al número de encuestados mientras que los de la Encuesta 2 (problema, no estructurada), la frecuencia se calculó en relación al número total de respuestas obtenidas en cada una de las sentencias formuladas.

RESULTADOS

La Encuesta 1 fue respondida por 88 productores y/o asesores agropecuarios cuya actividad principal se desarrolla en tres zonas: (i) norte de Buenos Aires - sur de Santa Fe (zona Norte), (ii) oeste de Buenos Aires - este de La Pampa (zona Oeste) y (iii) sur de la provincia de Buenos Aires (zona Sur). Por otro lado, la Encuesta 2 fue respondida por 42 productores y/o asesores agropecuarios de las zonas Norte y Oeste (Figura 1).

En las tres zonas de estudio (Figura 1), la mayoría de los sistemas de producción incluyeron uno a dos cultivos por lote y año (dependiendo de la rotación). Los cultivos más frecuentes representados en el relevamiento fueron maíz, soja y trigo, con variaciones en su porcentaje. En la región Norte,



el 92%, 80% y 67% de los encuestados sembraron maíz, soja y trigo, respectivamente. En la zona Oeste, el 95%, 73% y 50% de los encuestados sembraron maíz, soja y trigo, respectivamente. En la región Sur, el maíz fue sembrado por el mayor porcentaje de los encuestados (88%) mientras que trigo y soja presentaron el mismo porcentaje (71%). Es de destacar que un 27% de los encuestados declaró que siembra algún cultivo de cobertura como estrategia de manejo de malezas.

Amaranthus spp. fue señalada como la especie maleza que más preocupaba a los encuestados durante el cultivo de soja, con más del 60% de los casos estudiados. En segundo lugar, el 33% de los encuestados percibieron a *Conyza* spp. como maleza problemática y en menores porcentajes se mencionaron *Chloris* spp. (12%), *Cynodon dactylon* L. Pers. (2,4%), *Lolium* spp. (2,4%), *Sorghum halepense* L. (2,4%) y *Viola* spp. (2,4%). Los motivos más frecuentes por los que se consideraron importantes a las especies mencionadas fueron diversos (Cuadro 2). La importancia relativa de estos motivos estuvo muy fragmentada y ninguno de ellos superó el 30% de respuestas de los encuestados. Entre los más importantes se destacaron: (i) la baja eficiencia del control químico, (ii) la resistencia a herbicidas, (iii) el alto costo del control, (iv) la alta tasa de

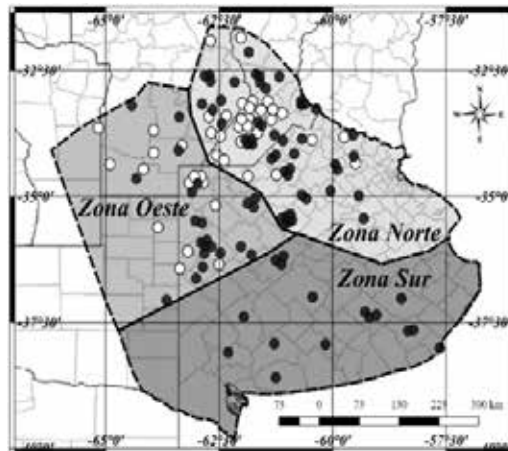


Figura 1. Ubicación de los individuos encuestados y zonas donde realizan su actividad principal: zona Norte, zona Oeste y zona Sur. Círculos negros: Encuesta 1; círculos blancos: Encuesta 2.

crecimiento de la infestación de la maleza y (v) la liberación tardía del lote luego de la cosecha del cultivo antecesor (Cuadro 2).

La tecnología dominante para el control de malezas problemáticas fue el uso de herbicidas. La mayoría de los encuestados no consideró la posibilidad de incorporar otras prácticas de manejo de malezas diferentes al control químico (Cuadro 3). Al respecto, el 40,5% percibió al herbicida como el componente central de un MIM, respondiendo que para alcanzar un MIM “cambiaría el planteo químico actual incorporando herbicidas residuales post-emergentes o intercambiando herbicidas en la planificación” (Cuadro 3). Paralelamente, el 26,2% de los encuestados respondió que incorporaría algún cultivo de cobertura como centeno (*Secale cereale* M. Bieb.) o triticale (*X Triticum secale* Wittm.) para manejar y disminuir el problema de malezas. Adicionalmente, el 11,9% propuso que realizar la limpieza de la cosechadora previo al ingreso a un lote podría contribuir a evitar la dispersión de semillas y otro 11,9% sugirió modificar el manejo del rastrojo (e.g. control mecánico de malezas, laboreos mecánicos dirigidos, picado del rastrojo) para manejar a las especies malezas que no fueran controladas con productos químicos. También se propusieron otras prácticas como la implementación

Amaranthus spp. fue señalada como la especie maleza que más preocupaba a los encuestados durante el cultivo de soja, con más del 60% de los casos estudiados.

de cultivares con eventos de tolerancia a herbicidas distintos del glifosato (*e.g.* IMI y STS), mejorar el arreglo espacial del cultivo y aumentar el monitoreo de malezas, entre otras (Cuadro 3).

La principal limitante a la posibilidad de incorporar otras prácticas de manejo de malezas diferentes al control químico fue el aumento de costos (20,6% de los encuestados; Cuadro 4). En segundo lugar, se ubicó la dificultad de “concientizar” al productor, contratista y/o dueño del establecimiento para que cambie la forma de manejo de las malezas hacia la incorporación de alternativas más sustentables (15,5%). El escaso tiempo de acción para planificar un MIM, restricciones vinculadas a los herbicidas propiamente dichos (*e.g.* diferencias en cuanto a eficiencia, resistencia, residualidad y/o fitotoxicidad) y, la poca disponibilidad de agua útil en el perfil del suelo en caso de implementar un cultivo de cobertura o la

incorporación de un doble cultivo a la rotación fueron otras limitaciones citadas. También, se mencionó la falta de conocimientos sobre la efectividad del manejo de malezas y la escasa disponibilidad de máquinas y herramientas para implementar prácticas más sustentables (Cuadro 4).

DISCUSIÓN

Los encuestados reconocieron una diversidad de prácticas que podrían ser efectivas para atenuar el impacto de malezas problema en sus cultivos (Cuadro 3). Entre ellas, la siembra de cultivos de cobertura fue mencionada en varias ocasiones. La presencia del cultivo de cobertura reduce tanto la emergencia de malezas como el número de semillas que ingresan al banco del suelo. Por un lado, la presencia del canopeo del cultivo disminuye la amplitud térmica y la relación rojo/rojo lejano debajo del mismo, condiciones que reducen la terminación de la dormición y la germinación

Cuadro 2. Motivos por los cuales las especies malezas señaladas como problemáticas fueron consideradas importantes y la frecuencia de encuestados (%) que indicaron cada justificación.

Motivo especie maleza problemática	Frecuencia (%)
Baja eficiencia del control	28,6
Resistencia a herbicidas	26,2
Aumento de costos	23,8
Alta tasa de crecimiento de la maleza	16,7
Liberación tardía del lote	16,7
Período de establecimiento prolongado de la maleza	14,3
Alta infestación	11,9
Maleza muy competitiva	9,5
Aparición reciente de la maleza en la zona	7,1
Alta propagación/dispersión	7,1
Reducción de rendimiento	4,8
Alta fecundidad	4,8
Dificultad en la cosecha	2,4

Cuadro 3. Frecuencia (F, %) de respuestas a la pregunta ¿Qué elementos incorporaría al planteo actual para alcanzar un MIM? y las respuestas más frecuentes sobre las estrategias de manejo que se deberían incorporar.

Elemento propuesto para incorporar al planteo actual	F (%)	Respuestas más frecuentes sobre estrategias de manejo a incorporar en MIM
Cambio del planteo químico	40,5	"Agregaría herbicidas post-emergentes/residuales"
		"Rotaría herbicidas"
		"Aplicaría herbicidas direccionados" aplicaciones dirigidas.
		"Pulverizaría con avión antes de la cosecha".
Incorporación de cultivos de cobertura	33,3	"Incorporaría centeno como cultivo de cobertura".
		"Incorporaría triticale como cultivo de cobertura".
		"Implementaría siembra aérea".
Limpieza de máquinas y equipos	11,9	"Limpiaría la cosechadora".
Manejo del rastrojo	11,9	"Haría control mecánico de malezas (disco, rastra)".
		"Haría control mecánico dirigido".
		"Picaría el rastrojo".
Manejo del cultivo	11,9	"Acortaría la distancia entre hileras".
		"Distancia entre surcos de 51 cm a 21 cm".
		"Aplicaría fertilizantes".
Genética del cultivo (eventos)	9,5	"Maíz IMI (resistente a imidazolinonas)".
		"Soja STS (resistente a inhibidores del ALS1)".
Rotación de cultivo	9,5	"Incorporaría más trigo"
Frecuencia de monitoreo	4,8	"Haría monitoreos de malezas más seguidos"
Pastoreo de un verdeo	2,4	"Haría pastoreo de la avena"
Manejo de la propagación de la maleza	2,4	"Generaría plantas estériles para impedir la descendencia"

de las especies malezas (Kruk, 2015). A su vez, los cultivos de cobertura reducen los recursos interceptados por las malezas, lo que limita el crecimiento de estas y su capacidad de producir semillas. Sin embargo, la adopción de cultivos de cobertura es aun relativamente baja a nivel nacional (Andrade *et al.*, 2015; Satorre y Andrade, 2021). Varias son las limitantes que declararon los encuestados a la incorporación efectiva de esta práctica en el manejo de malezas, entre ellas el alto consumo de agua que disminuye su disponibilidad para el cultivo siguiente y su costo relativo (Cuadro 4). Es reconocido que la implementación de un cultivo de cobertura dependerá del ambiente y que será necesario adecuar la fecha de secado para permitir la recarga de agua del perfil del suelo a la fecha de siembra óptima del cultivo de verano siguiente (Fernández *et al.*, 2012). Con respecto al costo relativo, es importante considerar que se han reportado beneficios asociados a la disminución del costo de manejo del enmalezamiento en el

barbecho, mejoras en la infiltración del agua y en la dinámica de los nutrientes (Pereira *et al.*, 2014).

De las encuestas resultó llamativo que estrategias de manejo como la modificación de la fecha de siembra y el aumento de la densidad de plantas del cultivo, que podrían ser herramientas eficaces y de bajo costo para interferir en el ciclo de vida de las malezas (Tollenaar *et al.*, 1994; Wilson *et al.*, 1995; Andrade *et al.*, 2017), no fueron mencionadas por los actores encuestados. Sin embargo, es reconocido que estas prácticas de cultivo han exhibido bajos niveles de aceptación en productores de cultivos extensivos tanto en otras regiones del mundo como en la Argentina (Riar *et al.*, 2013; Scursoni *et al.*, 2019).

Gran parte de las tierras agrícolas arables del país están bajo el sistema de arrendamiento (INDEC, 2021). Varios trabajos demuestran que los arrendatarios son menos propensos que los productores-propietarios

Cuadro 4. Frecuencia (%) de limitantes señaladas por los encuestados al planteo del MIM propuesto. Se indican las respuestas más frecuentes.

Limitante	Frecuencia	Respuestas más frecuentes
Aumento de costos	20,6	"Limitantes económicas". "Alto costo de la implantación del cultivo de cobertura". "Alto costo de labores".
"Concientización" de los actores	15,5	"Concientización del productor". "Convencer al contratista para que limpie la máquina". "Poco interés del dueño para realizar un MIM". "Concientización en la aplicación de herbicidas".
Corto tiempo de acción	12,9	"Limitante de tiempo". "Contrato de alquiler a un año".
Restricciones de los herbicidas	10,2	"Resistencia a herbicidas". "Baja residualidad de los herbicidas". "Baja efectividad de control".
Poca agua útil en el perfil	7,6	"Elevado consumo de agua por parte del cultivo de cobertura".
Falta de conocimientos	7,6	"Desconocimiento de efectividad del manejo".
Dificultad de laboreo	7,6	"Difícil laboreo con cultivos de cobertura".
Disponibilidad de maquinaria	7,6	"Dificultad para conseguir la maquinaria".
Ingreso de inóculos	2,6	"Limpieza de campos vecinos".
Restricciones en la rotación	2,6	"Restricciones en la rotación de girasol y trigo".
Menor rendimiento	2,6	"Menor rinde".
No hay limitantes	2,4	"Ninguna".

a adoptar prácticas de MIM, tanto en la Argentina como en otros países (Soule *et al.*, 2000; Sklenicka *et al.*, 2015; Rubione & Ward, 2016). Los contratos de arrendamiento generalmente se concretan entre los meses de junio y agosto (inicio del año agrícola). Por lo tanto, en muchos casos, el inicio del manejo agrícola del lote ocurre cuando es alta la densidad de malezas y presentan un estado avanzado de desarrollo, como ocurre con rama negra (*Conyza* spp.) que en primavera puede presentar plantas de gran tamaño difíciles de controlar (Moya *et al.*, 2019). Además, esta condición de tenencia de la tierra contribuye a la falta de información histórica sobre el registro y seguimiento de las prácticas agrícolas implementadas en cada lote debido a la discontinuidad de los actores que intervienen en el manejo del mismo. Se ha sugerido que la cofinanciación de la producción (propietario-arrendatario) y otros incentivos financieros podrían ayudar a contrarrestar esta dificultad y a diseñar políticas agrícolas a largo plazo en tierras arrendadas (Rubione & Ward, 2016).

A pesar de conocer los beneficios de las prácticas de MIM (*e.g.* limpieza de maquinaria y labores culturales, entre otras), muy pocos actores las implementan efectivamente (Cuadro 3). El modo de abordar el problema de los productores agropecuarios de otros países muestra similitud con los resultados de las encuestas aquí presentados. Según Llewellyn *et al.* (2004), la falta de adopción de este tipo de prácticas está relacionada a la dificultad de comprender su beneficio comparado con la aplicación de herbicidas. Por ello, gran parte de los productores y asesores agrícolas de la región pampeana y de otras regiones del mundo consideran que los esfuerzos invertidos en la investigación y educación deberían ser focalizados en mejorar la eficacia de los herbicidas y en el desarrollo de programas económicos eficientes para el control químico de malezas (Norsworthy *et al.*, 2007; Riar *et al.*, 2013), principalmente cuando la baja cantidad de malezas resistentes todavía permite un control químico aceptable (Dentzman *et al.*, 2016).



El tiempo de planificación de las acciones que integran el MIM fue señalado entre las limitantes a la adopción del mismo (Cuadro 4). Sin embargo, se debe destacar que la importancia relativa asignada a este factor resultó baja (12,9 %, Cuadro 4), abriendo la posibilidad a la incorporación de soluciones integradas al problema de enmalezamiento. Los costos e impactos económicos fueron directa o indirectamente esgrimidas por los productores y/o asesores como causa a la escasa adopción de MIM. Por ello, es probable que las prácticas incluidas dentro de un programa de MIM continúen implementándose de forma parcial y aislada hasta que los productores agropecuarios estén convencidos de que existe un beneficio económico (Jones y Medd, 2005) y ambiental. Para ello, es clave crear un fuerte vínculo entre los diferentes actores que participan en el sistema productivo de cultivos, estimulando la transferencia de conocimientos y la viabilidad y adopción de nuevas tecnologías productivas.

CONCLUSIONES

Si bien algunos actores de la región pampeana actualmente realizan una correcta utilización de herbicidas, muy pocos han aplicado un manejo integrado de malezas (MIM). Como se puede inferir de este trabajo, todavía se observa un análisis de corto plazo a la solución del problema de malezas fuertemente basado en tecnologías de insumo, que atenta contra soluciones efec-

tivas de largo plazo y la sustentabilidad de los sistemas productivos. En la Argentina, la estructura económica y de tenencia de la tierra (*e.g.* contratos de arrendamiento anual) desalienta a los agricultores a invertir en prácticas alternativas inciertas que requieren planificación a largo plazo o tiempo de reestructuración. El desafío de lograr una adopción amplia de prácticas integrales de manejo de malezas es un eslabón de la construcción de sistemas productivos sustentables y la implementación de buenas prácticas agrícolas. Normativas legales que estimulen su difusión y adopción deberían ser analizadas con atención frente al crecimiento de las malezas problemáticas en los cultivos extensivos de las áreas productivas de la Argentina.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Agroconsultas Online y a AACREA por la difusión de las encuestas y a todos los productores, técnicos y asesores que las respondieron. Este trabajo fue financiado con fondos del PICT 2013-2620 y PICT 2018-2164 y forma parte de la tesis del Ing. Agr. Sebastián Rodríguez para optar al Título de Doctor en Ciencias Agropecuarias en la Escuela para Graduados de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. «

Bibliografía

- ANDRADE JF, POGGIO SL, ERMÁCORA M & SATORRE EH (2015) Productivity and resource use in intensified cropping systems in the Rolling Pampa, Argentina. *European Journal of Agronomy* 67, 37-51.
- ANDRADE JF, SATORRE EH, ERMÁCORA CM & POGGIO SL (2017) Weed communities respond to changes in the diversity of crop sequence composition and double cropping. *Weed Research* 57(3), 148-158.
- CHIKOWO R, FALOYA V, PETIT S & MUNIER-JOLAIN NM (2009) Integrated Weed Management systems allow reduced reliance on herbicides and long-term weed control. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 132(3-4), 237-242.
- CUSSANS G (1996) Which weed management strategies are appropriate? In: *Proceeding 1996 2nd International Weed Control Congress, Copenhagen*. pp. 1159-1166.
- DENTZMAN K, GUNDERSON R & JUSSAUME R (2016) Techno-optimism as a barrier to overcoming herbicide resistance: Comparing farmer perceptions of the future potential of herbicides. *Journal of Rural Studies* 48, 22-32.
- DENZIN, N K (1989). *Strategies of Multiple Triangulation. The Research Act: A theoretical Introduction to Sociological Methods*. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa (RELIEVE)* 12, 2.
- FERNÁNDEZ R, QUIROGA A & NOELLEMEYER E (2012) Cultivos de cobertura, ¿una alternativa viable para la región semiarida pampeana? *Ciencia del suelo* 30(2), 137-150.
- HALL AJ, REBELLA CM, GHERSA CM & CULOT JPH (1992) Field crop systems in the Pampas. In: *Ecosystems of the world. Field crop ecosystems* (ed Pearson C). 413-450 pp. Elsevier Publications, Amsterdam.
- INDEC (2021). *Censo Nacional Agropecuario 2018. Resultados definitivos*. ISBN 978-950-896-607-0
- JONES RE & MEDD RW (2005) A methodology for evaluating risk and efficacy of weed management technologies. *Weed Science* 53(4), 505-514.
- KRUK, BC (2015) Disminución de la emergencia de malezas en diferentes escenarios agrícolas bajo siembra directa. *Revista Agronomía & Ambiente. Rev. Facultad de Agronomía UBA*, 35(2), 179-190.
- LLEWELLYN RS, LINDNER RK, PANNELL DJ & POWLES SB (2004) Grain grower perceptions and use of integrated weed management. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 44(10), 993-1001.
- MORIMOTO H (2005) The extension advisors work. Technique and information extension. How to revitalize rural areas. Farm management analysis and guidance. Hyogo Prefecture. Group Training Course on Agricultural Extension Planning and Management II (FY2005).
- MOYA M, RODRIGUEZ S, KRUK BC & SATORRE EH (2019) Proceso de implementación de buenas prácticas para el manejo de malezas en la región pampeana a través de la percepción del problema por parte de diferentes actores. En: *XIX Jornadas Nacionales de Extensión Rural y XI del Mercosur*. Mendoza, Argentina. pp. 148-161.
- NORSWORTHY JK, SMITH KL, SCOTT RC & GBUR EE (2007) Consultant perspectives on weed management needs in Arkansas cotton. *Weed Technology* 21(3), 825-831.
- SÁ PEREIRA E, GALANTINI JA, QUIROGA A & LANDRISCINI MR (2014) Efecto de los cultivos de cobertura otoño invernales, sobre el rendimiento y acumulación de N en maíz en el sudoeste bonaerense. *Ciencia del suelo* 32(2), 219-231.
- RIAR DS, NORSWORTHY JK, STECKEL LE et al. (2013) Adoption of best management practices for herbicide-resistant weeds in midsouthern United States cotton, rice and soybean. *Weed Technology* 27(4), 788-797.
- RODRIGUEZ S (2021) Abordaje integrado del proceso de enmalezamiento en los sistemas productivos de la región pampeana: hacia las buenas prácticas agrícolas. Tesis de doctorado. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- RUBIONE C & WARD SM (2016) A new approach to weed management to mitigate herbicide resistance in Argentina. *Weed Science* 64(1), 641-648.
- SATORRE EH (2015) Los sistemas de producción agrícola y el problema de malezas. Oportunidades y limitaciones para su manejo integrado. En: *XXII Congreso Latinoamericano de Malezas (ALAM), I Congreso Argentino de Malezas (ASACIM)*, Buenos Aires, Argentina.
- SATORRE EH & ANDRADE FH (2021) Cambios productivos y tecnológicos de la agricultura extensiva Argentina en los últimos quince años. *Revista Ciencia Hoy* 29 (173), 19-27.
- SCURSONI JA, VERA ACD, OREJA FH, KRUK BC & DE LA FUENTE EB (2019) Weed management practices in Argentina crops. *Weed Technology* 33(3), 459-463.
- SKLENICKA P, MOLNAROVA KJ, SALEK M et al. (2015) Owner or tenant: who adopts better soil conservation practices? *Land Use Policy* 47, 253-261.
- SOULE MJ, TEGENE A & WIEBE KD (2000) Land tenure and the adoption of conservation practices. *American Journal of Agricultural Economics* 82(4), 993-1005.
- TOLLENAAR M, DIBO AA, AGUILARA A, WEISE SF & SWANTON CJ (1994) Effect of crop density on weed interference in maize. *Agronomy Journal* 86(4), 591-595.
- WILSON BJ, WRIGHT KJ, BRAIN P, CLEMENTSM & STEPHENS E (1995) Predicting the competitive effects of weed and crop density on weed biomass, weed seed production and crop yield in wheat. *Weed Research* 35(4), 265-278.

Variabilidad en los niveles de resistencia a herbicidas de *Lolium multiflorum* Lam. en el sudeste bonaerense (Argentina)

Diez de Ulzurrun, P.; Gianelli, V.; Boccanera, E.
Unidad Integrada Balcarce (FCA, UNMDP-INTA),
ruta 226, km 73,5 Balcarce
diezdeulzurrun@mdp.edu.ar

Citar como: Variabilidad en los niveles de resistencia a herbicidas de *Lolium multiflorum* La. en el sudeste bonaerense (Argentina) (2022) *Malezas* 7, 40-50.



RESUMEN

Lolium multiflorum Lam. (o raigrás anual) es una especie naturalizada en la Argentina que se comporta como maleza en barbechos y cultivos de invierno. La evolución de biotipos de *L. multiflorum* resistentes a herbicidas dificulta los controles tanto en barbecho, como luego de la implantación del cultivo. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta de poblaciones de *L. multiflorum* recolectadas en seis partidos del sudeste bonaerense a los herbicidas glifosato, pinoxaden y a la mezcla comercial iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron. Durante 2017/18 se recolectaron semillas de 60 poblaciones de *L. multiflorum* en lotes comerciales de trigo y cebada. Para cada población se sembraron 15-20 semillas en macetas de 3 l. A inicios de macollaje se aplicaron tres tratamientos: (i) 1000 g e.a. glifosato ha⁻¹, (ii) 40 g i.a. pinoxaden ha⁻¹ y (iii) 12,5+1,95+3,0 g i.a. iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron ha⁻¹. Las plantas sobrevivientes se contabilizaron 35 días post-aplicación, y los datos se cotejaron con una escala de probabilidad de resistencia. El 66% de los individuos evaluados sobrevivió al tratamiento con glifosato, el 30% a pinoxaden y el 15% a iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron. El 81% y 15% de las poblaciones evaluadas fueron altamente resistentes a glifosato y pinoxaden (10-50% de supervivencia post-tratamiento), respectivamente. No se encontró resistencia muy alta al tratamiento iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron (>50% de supervivencia post-tratamiento). Se detectaron casos de resistencia múltiple: el 12 % de las poblaciones presentaron resistencia muy alta a los herbicidas glifosato y pinoxaden y una sola población, resistencia múltiple a glifosato y a la mezcla iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron.

Palabras clave: raigrás anual, control de malezas, supervivencia, resistencia múltiple, cultivos de invierno.

SUMMARY

Lolium multiflorum Lam. (or annual ryegrass) a species naturalized in Argentina considered a weed in fallow and winter

crops. The evolution of biotypes of *L. multiflorum* resistant to herbicides makes control difficult both during fallow and after the winter crop planting. This work aimed to evaluate the response of *L. multiflorum* populations collected in six districts of the southeastern Buenos Aires to the herbicides glyphosate, pinoxaden and the commercial mixture iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron. During 2017/18, seeds were collected from 60 *L. multiflorum* populations in commercial fields of wheat and barley. For each population, 15-20 seeds were sown in 3 l pots. At the beginning of tillering three treatments were applied: (i) 1000 g e.a. glyphosate ha⁻¹, (ii) 40 g i.a. pinoxaden ha⁻¹ and (iii) 12.5 +1.95+3.0 g i.a. iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron ha⁻¹. The surviving plants were counted 35 days post-application, and the resistance levels assigned according to a probability scale. The 66% of the individuals evaluated survived treatment with glyphosate, 30% with pinoxaden and 15% with iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron. The 81% and 15% of the populations evaluated were highly resistant to glyphosate and pinoxaden (10-50% post-treatment survival), respectively. Very high resistance to iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron treatment was not found (>50% post-treatment survival). Cases of multiple resistance were detected: 12% of the populations had very high resistance to the herbicides glyphosate and pinoxaden and a single population, multiple resistance to glyphosate and the mixture iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron.

INTRODUCCIÓN

El género *Lolium* spp. pertenece a la familia Gramineae o Poaceae, e incluye especies anuales, bienales y perennes. Comprende especies nativas de Europa, norte de África y Asia occidental, que fueron introducidas por el hombre en el Norte de África y América para producción de forraje (Terrell, 1968; Jahuar, 1993). Actualmente se las puede encontrar ampliamente diseminadas en todas las regiones templadas del mundo (Balfourier *et al.*, 2000). En la Argentina, se han identificado cinco especies del género: *Lolium multiflorum* Lam., *Lolium perenne*

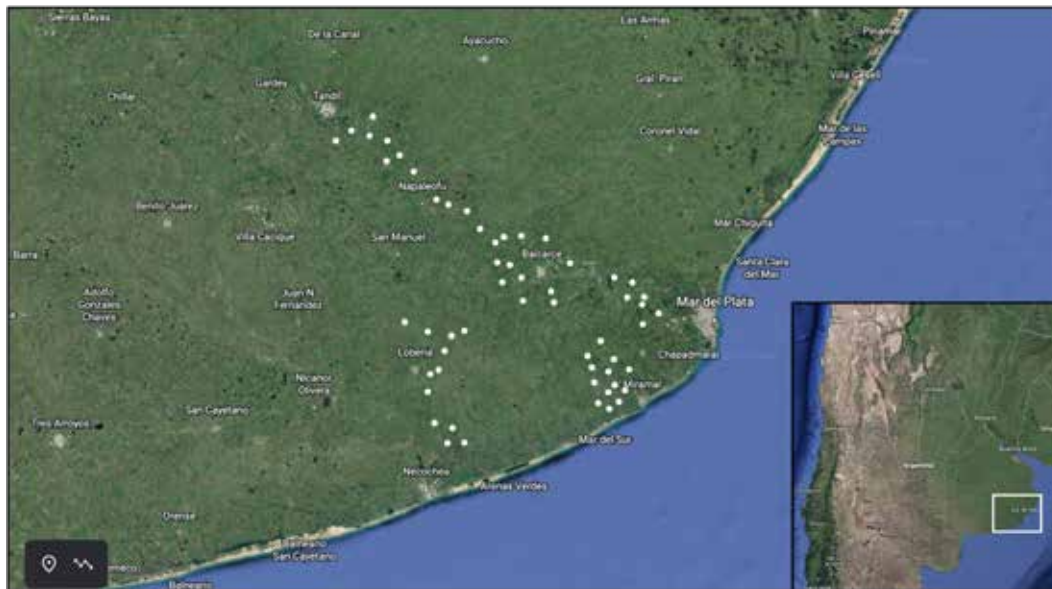


Figura 1. Ubicación de las poblaciones de *Lolium multiflorum* Lam. recolectadas en 2017-2018 en el sudeste de la provincia de Buenos Aires.

L., *Lolium remotum* Schrank, *Lolium rigidum* Gaudin y *Lolium temulentum* L. (Flora Argentina, 2022).

L. multiflorum, conocida como raigrás anual, es una especie naturalizada en la Argentina y es cultivada como forrajera, pero al mismo tiempo, se comporta como maleza en cultivos de invierno y en períodos de barbecho previos a la siembra de cultivos de verano (Cabrera, 1970; Catullo, 1982; Gigón *et al.*, 2007). En el sur de la provincia de Buenos Aires, es una de las especies de malezas gramíneas más importante en cultivos de trigo y cebada. Gigón *et al.* (2009) registraron su presencia en el 39,9% de los lotes de trigo en implantación. Además, si bien no se ha cuantificado su frecuencia en lotes durante el barbecho previo a los cultivos de verano, se estima que la misma sería similar o mayor, teniendo en cuenta su período de emergencia (Vigna y López, 2004). Por ejemplo, un relevamiento realizado desde marzo de 2014 hasta mayo de 2015 en las localidades de Balcarce y Bordenave (sudeste y sudoeste de Buenos Aires), mostró que la emergencia de *L. multiflorum* se concentra de marzo a mayo y es mínima durante la primavera (Diez de Ulzurrun *et al.*, 2015). Esta dinámica se asociaría con que las plantas de *L.*

multiflorum producen semillas con distinto grado de dormición, determinando un amplio período de emergencia durante el otoño e invierno (Diez de Ulzurrun *et al.*, 2015).

La competencia que ejerce el raigrás por recursos tales como agua, radiación solar y nutrientes, provoca pérdidas de consideración en los cultivos con los que compete. Dichas pérdidas varían de acuerdo al momento de emergencia de la maleza en relación al desarrollo fenológico del cultivo, habilidad competitiva del cultivar, fecha y densidad de siembra, la fertilización, entre otras (Liebl & Worsham, 1987; Cousens, 1996). Los porcentajes de disminución citados en la bibliografía son muy versátiles en función de las variables anteriormente nombradas. Acciaresi y colaboradores (2003) registraron que las pérdidas de rendimiento en el cultivo de trigo causadas por la competencia por recursos subterráneos son mayores que las provocadas por la competencia aérea. En cultivos de trigo, la presencia de 100 plantas de *L. multiflorum* m⁻² causó reducciones del rendimiento del orden del 30% y 20%, con y sin fertilización nitrogenada, respectivamente (Scursoni *et al.*, 2012). En Bordenave (provincia de Buenos Aires), en lotes de trigo bajo labranza convencional, se

obtuvo una curva de daño con una pérdida del 20% de rendimiento con 250 plántulas de *L. multiflorum* m⁻² emergidas junto con el cultivo (Vigna y López, 2004).

Actualmente el uso de herbicidas es la principal estrategia empleada para el control de *L. multiflorum* (Istilart & Yannicari, 2011). El manejo de esta maleza comienza desde el barbecho, ya que desde mediados de febrero-marzo se da el primer flujo de emergencia. Ciertos herbicidas pertenecientes a los grupos de los inhibidores de la aceto-lactato sintasa (ALS) e inhibidores de la acetil-coenzima A carboxilasa (ACCase) son empleados rutinariamente en el control de *L. multiflorum* durante el período de cultivo de cereales de invierno. El glifosato, un herbicida inhibidor de la enol-piruvilshikimato-3-fosfato sintasa (EPSPS), es ampliamente utilizado en el control de *L. multiflorum* en barbechos químicos (Gigón *et al.*, 2007). En tanto, en barbechos destinados a cereales de invierno, la mezcla de glifosato con graminicidas, como cletodim o haloxifop, es la opción más utilizada en la zona sudeste-sudoeste de Buenos Aires (Diez de Ulzurrun, comunicación personal).

Recientemente, la aparición de biotipos resistentes promovió el uso generalizado de herbicidas pre emergentes (flumioxazín, piroxasulfone) en la región, los cuales pueden combinarse con herbicidas de contacto, como paraquat, en estadios de crecimiento iniciales. La resistencia a herbicidas puede definirse como la habilidad hereditaria que adquieren algunos biotipos dentro de una población para sobrevivir y reproducirse a la dosis de un herbicida, a la cual la población original era susceptible (WSSA, 1998). A nivel mundial se han registrado 67 casos de resistencia a herbicidas en *L. multiflorum*. Los sitios de acción con mayor cantidad de denuncias incluyen herbicidas inhibidores de la enzima EPSPS (glifosato), inhibidores de la enzima ALS, e inhibidores de la enzima ACCase (Heap, 2022). Los países con mayor cantidad de denuncias registradas actualmente comprenden a EE.UU., Chile, Brasil, Australia y la Argentina, entre otros. Los citados casos de resistencia no sólo incluyen supervivencia a un modo de acción

determinado, sino que a veces involucran resistencias a múltiples modos de acción (Heap, 2022), dificultando aún más los controles tanto en barbecho, como luego de la implantación del cultivo.

En la Argentina el primer caso de resistencia en *L. multiflorum* fue confirmado en 2007, al herbicida glifosato en el sur de la provincia de Buenos Aires (Vigna *et al.*, 2008). Posteriormente, se registraron varias denuncias con casos de resistencia a múltiples sitios de acción (glifosato e inhibidores de las enzimas ALS y ACCase). En la actualidad, los problemas de resistencia se distribuyen en una gran cantidad de partidos de las provincias de Buenos Aires, Entre Ríos y Santa Fe (Yannicari *et al.*, 2009; Diez de Ulzurrun & Leaden, 2012; REM, 2022).

Durante el año 2013, se realizó un relevamiento de la sensibilidad de *L. multiflorum* en lotes comerciales del sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Vigna *et al.*, 2017). Dicho estudio reveló la existencia de un porcentaje relativamente alto de poblaciones con baja sensibilidad a los tres mecanismos de acción más utilizados en la región: inhibidores de las enzimas EPSPS, inhibidores de la enzima ALS e inhibidores de la enzima ACCase (Vigna *et al.*, 2017). Durante el año 2016 se realizó un nuevo muestreo en 115 poblaciones, y en este caso se registró el nivel de sensibilidad a cinco herbicidas (glifosato, pinoxaden, iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron, cletodim y haloxifop) (Vigna & Carreto, 2021). El 57% de las poblaciones evaluadas mostró resistencia a glifosato, el 26,9% fue resistente a inhibidores de la ALS, y el 58,9% a inhibidores de la ACCase, evidenciando un aumento en los niveles de resistencia a glifosato en el sudoeste bonaerense en relación al muestreo de 2013 (Vigna & Carreto, 2021).

Si bien se ha confirmado resistencia a herbicidas en *L. multiflorum* en diversos lotes de varios partidos del sudeste de la provincia de Buenos Aires, se desconoce en qué proporción se distribuyen esos lotes en el territorio, así como la dispersión para los herbicidas mayormente usados en la región (Diez de Ulzurrun & Gianelli, 2017). Sobre la base

de dicha problemática se planteó como objetivo evaluar la sensibilidad de poblaciones de *L. multiflorum* colectadas en seis partidos del sudeste bonaerense a los herbicidas glifosato, pinoxaden y a la mezcla comercial iodosulfuron-mesosulfuron-metsulfuron.

MATERIALES Y MÉTODOS

1- Material vegetal

Durante los meses de diciembre de 2017 y enero de 2018 se efectuó un monitoreo de lotes comerciales en precosecha de trigo y cebada, con el objetivo de recolectar semillas de *L. multiflorum* de plantas que sobrevivieron a los controles con herbicidas efectuados durante el cultivo, siguiendo una metodología similar a la utilizada por Vigna *et al.* (2017). Los muestreos se efectuaron en seis partidos del sudeste de la provincia de Buenos Aires: General Alvarado, General Pueyrredón, Balcarce, Tandil, Lobería y Necochea (Figura 1). El muestreo se realizó al azar colectando semillas en lotes encontrados a la vera de rutas provinciales, nacionales, o en su defecto caminos rurales, tratando de mantener una distancia mínima de al menos 5 km entre ellos. En total, se colectaron 60 muestras por partido. Las espigas se trillaron manualmente en laboratorio y las semillas se colocaron en sobres de papel.

2- Estudio de la sensibilidad a herbicidas

El ensayo se llevó a cabo en la Unidad Integrada Balcarce (FCA, UNMdP-EEA INTA Balcarce, 37° 45' S, 58° 18' O; 130 m s. n. m.). La siembra de las distintas poblaciones se realizó durante los meses de junio-julio. Para cada población se sembraron 15-20 semillas en macetas de polipropileno negro de 3 litros de capacidad, con tres repeticiones por población. Las macetas se mantuvieron a la intemperie, con riegos periódicos de acuerdo a los requerimientos hídricos. Al iniciar el estadio de macollaje (2-3 macollos), se realizaron aplicaciones de tres tratamientos herbicidas: (i) 1000 g equivalente ácido (e.a.) de glifosato (Roundup Full II ® 54% e.a.), (ii) 40 g ingrediente activo (i.a.) de pinoxaden (Axial ®: Pinoxaden 5 % + cloquintocet metil 1,25%), (y) 12,5+1,95+3 g i.a. de iodosulfuron+mesosulfuron+met-

sulfuron (Hussar Plus ®: iodosulfuron-metil sodio 5%+ mesosulfuron- metil 0,78%, metsulfuron metil 60%). La aplicación se realizó a una tasa de 128 l ha⁻¹ con una mochila de presión constante. A los 14-21 días después de la aplicación (DDA) se realizaron evaluaciones visuales del porcentaje de control de los distintos herbicidas sobre las plantas de *L. multiflorum*. Finalmente, a los 45 DDA se registró el peso seco (g) de cada uno de los tratamientos (i, ii y iii) y se contabilizó el número de plantas sobrevivientes. Los datos obtenidos se cotejaron con una escala de probabilidad de resistencia según Owen *et al.* (2007), que identifica los siguientes rangos de sensibilidad: 0% sensible; 1-5% resistencia muy baja; 5-10% resistencia baja; 10-50% resistencia alta; >50% resistencia muy alta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 64,4% del total de individuos evaluados sobrevivió al tratamiento con glifosato, el 30% a aplicaciones de pinoxaden y el 14,5% a la aplicación de iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron (Figura 2). Los distintos niveles de resistencia de las poblaciones se evaluaron según la escala propuesta por Owen *et al.* (2007) (Cuadro 1). En base a dicha escala, el 81% de las poblaciones evaluadas presentaron niveles de resistencia muy altos a glifosato (>50% supervivencia), y el 19% restante resistencia alta (10-50% de supervivencia), no hubo poblaciones con supervivencia menor al 20%. En tanto, el 15% de las poblaciones evaluadas presentaron niveles de resistencia muy alta a pinoxaden, el 67% resistencia alta, mientras que el 5% mostró resistencia baja, muy baja o nula. En relación a la mezcla iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron, ninguna población presentó niveles muy altos de resistencia, el 48% mostró niveles de resistencia alta (10-50% de supervivencia) y el 52% niveles de resistencia bajos a muy bajos o nulos (Cuadro 1).

En el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Vigna *et al.* (2017) analizaron, en 2013, 93 poblaciones de *L. multiflorum*, siguiendo un protocolo similar. En dicha zona, el pinoxaden fue el herbicida con más casos

Cuadro 1. Porcentaje de las poblaciones de *Lolium multiflorum* Lam. con distintos niveles de resistencia a los herbicidas glifosato, pinoxaden y a la mezcla iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron (I+M+M), según la escala de Owen et al. (2007).

Supervivencia	Glifosato	Pinoxaden %	I+M+M
0 (resistencia nula)	0	1,7	5,17
0,1-5 (resistencia muy baja)	0	1,7	17,53
5-10 (resistencia baja)	0	1,7	29,3
10-50 (resistencia alta)	19	79,4	48
>50 (resistencia muy alta)	81	15,5	0

de resistencia (21,8% de las poblaciones presentaron >50% supervivencia), seguido por la mezcla iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron (18,6%), y el glifosato fue el herbicida con menor desarrollo de niveles altos de resistencia (13,6%). Estos perfiles de resistencia difieren de los obtenidos en el presente trabajo para poblaciones provenientes de la zona sudeste de la provincia de Buenos Aires. Entre las razones de estas diferencias debe considerarse el momento en que se realizaron ambos estudios -el estudio de Vigna *et al.* (2017) se realizó cinco años antes-, y las características productivas -en el sudoeste bonaerense, la rotación de los cultivos de cereales de invierno es menor, y por ende mayor uso de herbicidas gramínicas-. A su vez, los perfiles de resistencia responden a la historia de uso de tratamientos herbicidas en cada lote, lo cual podría explicar parte de la variabilidad temporal y espacial de los casos de resistencia descriptos.

Vigna y Carreto (2021), al realizar un muestreo en 2016 en el sudoeste de Buenos Aires, determinaron que el 57% de las poblaciones evaluadas mostró resistencia a glifosato. Si bien este porcentaje es inferior al cuantificado en el presente trabajo para

poblaciones del sudeste bonaerense, refleja un incremento en relación al muestreo del 2013 realizado por Vigna *et al.* (2017). En relación a herbicidas inhibidores de la ALS e inhibidores de la ACCasa, se registró un 26,9% el 58,9% de poblaciones resistentes, respectivamente. Una similar tendencia se observó en los resultados obtenidos en este trabajo para poblaciones del sudeste, con mayores niveles de resistencia en herbicidas del grupo de los gramínicos. Asimismo, en un estudio realizado en una población de *L. multiflorum* de Solís (provincia de Buenos Aires), presente en barbechos y cultivos de invierno, se determinó un índice de resistencia a glifosato de 2,27, con una supervivencia en el campo del 20% de los individuos (Gismano, 2020).

En tanto, Yannicari & Gigón (2018) recolectaron 20 poblaciones del centro-sur de Buenos Aires, y evaluaron la sensibilidad a tratamientos herbicidas pre emergentes (flumioxazín, S-metolaclo-ro y sulfometuron-clorimuron) y postemergentes (glifosato, glifosato+cletodim, glifosato+haloxifop, pyroxsulam+metsulfuron, iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron y pinoxaden). En dicho estudio ningún tratamiento logró controles superiores al 75% en las poblacio-

El 64,4%, 30% y 14,5 % del total de individuos evaluados sobrevivió al tratamiento con glifosato, pinoxaden y iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron respectivamente.

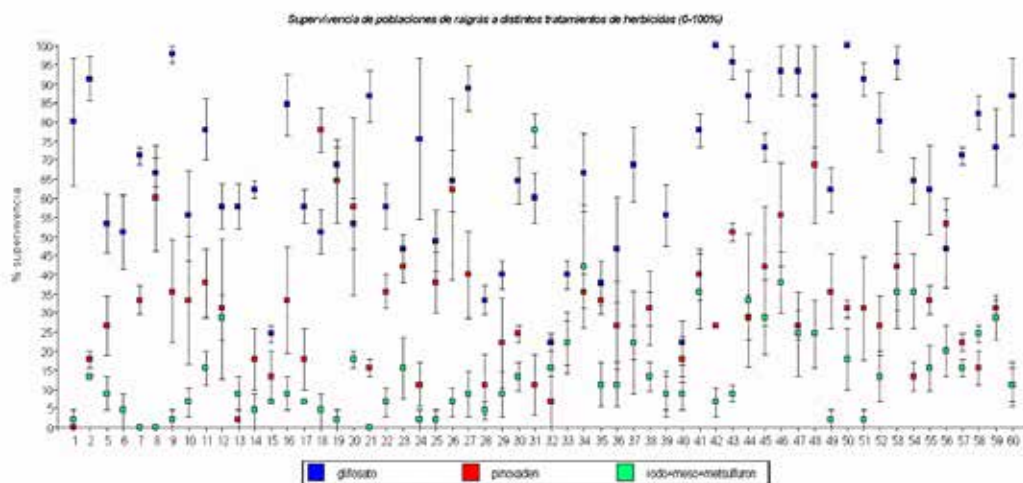


Figura 2. Supervivencia (%) de poblaciones de *Lolium multiflorum* Lam. después de 45 días de la aplicación de los herbicidas glifosato, pinoxaden y la mezcla iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron. Los símbolos representan la media y las barras verticales, el error estándar.

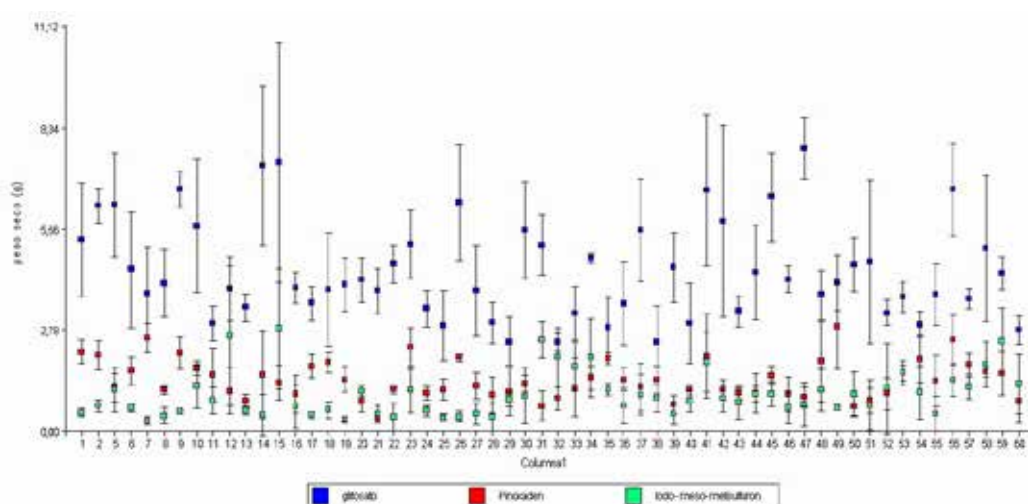


Figura 3. Peso seco (g) de poblaciones *Lolium multiflorum* Lam. a los 45 días después de la aplicación de glifosato, pinoxaden y iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron. Los símbolos representan la media y las barras verticales, el error estándar.

nes evaluadas, y la mitad de las poblaciones mostró insensibilidad a glifosato. Sin embargo, la combinación de glifosato con graminicidas mejoró significativamente el control, llegando al menos al 80% de control.

En el presente trabajo, las poblaciones del sudeste bonaerense reflejaron porcentajes de resistencia notablemente inferiores para herbicidas del grupo de inhibidores de las enzimas ACCasa y ALS frente a los halla-

dos en poblaciones australianas de *L. rigidum* (98 y 96%, respectivamente, en Australia) (Owen *et al.*, 2014). En la Argentina, si bien los controles con graminicidas resultan eficaces, debería tenerse en cuenta un uso apropiado y rotación de los mismos para postergar la aparición de futuras resistencias.

El análisis conjunto de la respuesta de cada población a los tres grupos de herbicidas

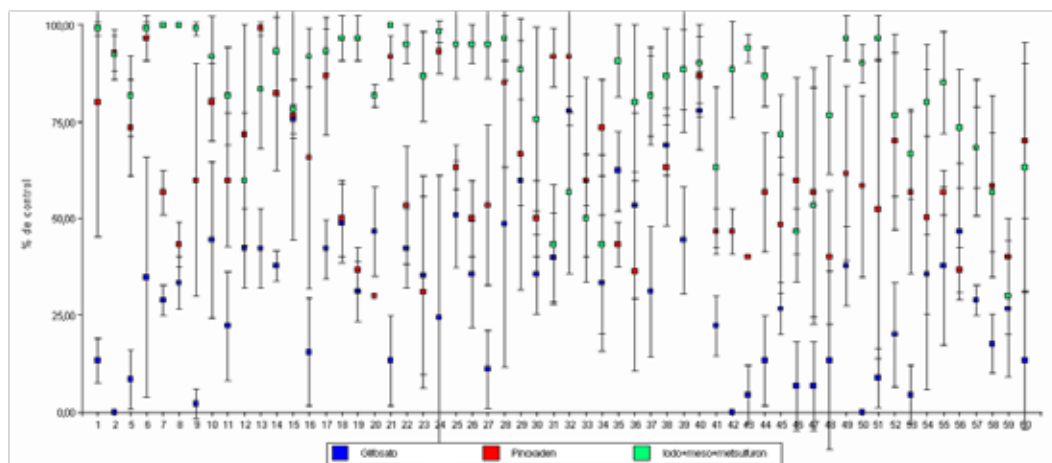


Figura 4. Porcentaje de control (%) de poblaciones *Lolium multiflorum* Lam. a los 45 días después de la aplicación de glifosato, pinoxaden y iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron. Los símbolos representan la media y las barras verticales, el error estándar.

con distinto sitio de acción, permitió detectar poblaciones con casos de resistencia múltiple. El 12% de las poblaciones evaluadas presentaron resistencia muy alta a los herbicidas glifosato y pinoxaden (ver poblaciones 8, 18, 19, 26, 43, 46 y 48 en la Figura 2). En tanto, una sola población (1,6% de las poblaciones evaluadas) presentó resistencia múltiple a glifosato y a la mezcla iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron (población 31, Figura 2). Las poblaciones evaluadas por Vigna & Carreto (2021) mostraron un 28% de las poblaciones con resistencia a dos o más herbicidas de los cinco evaluados. Los casos de resistencia múltiple son una problemática que complica aún más el manejo químico de las poblaciones resistentes, sobre todo en postemergencia del cultivo con menor oferta de productos selectivos.

El peso seco (Figura 3) y el porcentaje de control (Figura 4) de las poblaciones de *L. multiflorum* mostraron una tendencia similar a la supervivencia luego de la aplicación de glifosato, pinoxaden y la mezcla iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron. El glifosato generó los controles más bajos e individuos con mayor peso seco (g) a los 45 DDA. El pinoxaden tuvo una respuesta intermedia, mientras que la mezcla de iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron con-

dujo a los controles más eficaces y menor peso seco acumulado. Cabe destacar que más del 90% de las poblaciones tratadas con glifosato produjo semillas, mientras que los tratamientos con pinoxaden y la mezcla iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron registraron cantidades muy inferiores (< 20% de las poblaciones produjeron semillas). Si bien para el caso de los inhibidores de la ALS y ACCasa la producción de semillas fue inferior respecto al glifosato, las semillas de las plantas escapadas al control podrían dar origen a futuro a poblaciones con menor sensibilidad a esos herbicidas.

Los resultados obtenidos en el análisis de las poblaciones de *L. multiflorum* tratadas con glifosato, e inhibidores de la ALS y ACCasa permiten confirmar la presencia de resistencia a alguno de dichos activos en todos los partidos relevados del sudeste bonaerense. La resistencia a glifosato registró la mayor distribución en la zona muestreada, así como niveles más altos de resistencia en las poblaciones tratadas. Estos datos concuerdan con los registrados en los mapas de resistencia de la REM (2022), observándose actualmente una amplia distribución de casos de resistencia a glifosato en la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe y Entre Ríos y este de Córdoba. En tanto, la resistencia a inhibidores de la ALS y ACCasa,



si bien con menor distribución, localizada principalmente en el sur de Buenos Aires, refleja un crecimiento en su distribución en los últimos años, así como los casos de resistencia múltiple (REM, 2022).

La alta frecuencia de aparición de *L. multiflorum* en lotes del sur de la provincia de Buenos Aires, ligada a la baja sensibilidad

a tratamientos con herbicidas postemergentes y la aparición creciente de poblaciones con resistencia múltiple, requerirá de la incorporación de diversas prácticas de manejo, tendientes a minimizar las pérdidas de rendimiento por competencia y la aparición de resistencia múltiple a herbicidas. El uso combinado de prácticas de control cultural, como la rotación de cultivos, densidad y fecha de siembra, sistema de labranza del suelo, cultivos de cobertura, entre otros, en combinación con opciones de control químico y adecuada rotación de modos de acción, será fundamental para lograr un manejo exitoso de las poblaciones de esta maleza.

CONCLUSIONES

- El 64,4%, 30% y 14,5 % del total de individuos evaluados sobrevivió al tratamiento con glifosato, pinoxaden y iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron respectivamente.
- El 81% de las poblaciones evaluadas presentó niveles de resistencia muy altos a glifosato, en tanto en el caso de pinoxaden se registró niveles de resistencia muy altas en el 15 % de las poblaciones, mientras que ninguna población presentó resistencia muy alta a la mezcla iodosulfuron+mesosulfuron+metsulfuron.
- El 13,6 % de las poblaciones evaluadas mostró resistencia múltiple a herbicidas. «



syngenta



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



- f @sumitomochemicalargentina
- t @sumitomochem_ar
- @sumitomochemicalargentina
- Sumitomo Chemical Argentina

agro.ar.sumitomochemical.com

 SUMITOMO CHEMICAL

RIMENTOS.

Bibliografía

- ACCIARESI H, CHICHIDIMO H & SARANDÓN S (2003) Shoot and root competition in a *Lolium* multiflorum-wheat association. *Biological Agriculture and Horticulture* 21,15-33.
- BALFOURIER F, IMBERT C & CHARMET G (2000) Evidence for phylogeographic structure in *Lolium* species related to the spread of agriculture in Europe: a cp DNA study. *Theoretical and Applied Genetics* 101, 131-138.
- CABRERA A (1970) Flora de la Provincia de Buenos Aires: Gramíneas. Tomo IV. Buenos Aires, Argentina: Colección Científica INTA. 623 pp.
- CATULLO JC, VALETTI OE, RODRÍGUEZ ML & SOSA CA (1982) Relevamiento de malezas en cultivos comerciales de trigo y girasol en el centro sur bonaerense. IX Reunión Argentina sobre la Maleza y su Control. *Revista Malezas (ASAM)* 11, 204-235.
- COUSENS R (1996) Design and interpretation of interference studies: Are some methods totally unacceptable? *New Zealand J. For. Sci.* 26(1), 5-18.
- DI RIENZO JA, CASANOVES F, BALZARINI MG, GONZALEZ L, TABLADA M & ROBLEDO CW (2016) INFOS-TAT versión 2016. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- 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.
- DIEZ DE ULZURRUN P, VIGNA MR, LEADEN MI & MARTINO C (2015) Patrones de emergencia de *Avena fatua* (L.) y *Lolium multiflorum* (Lam.) en el sudeste y sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Argentina. Buenos Aires. 2015. Congreso. XXII Congreso de la ALAM. I Congreso de la ASACIM.
- DIEZ DE ULZURRUN P & GIANELLI V (2017) Análisis de la sensibilidad a herbicidas en *Brassica rapa* L. III Workshop internacional de Ecofisiología de cultivos. 28 y 29 de septiembre de 2017. Mar del Plata, Argentina.
- GIGÓN R, VERGARA MF, LABARTHE F, LAGEYRE E, LÓPEZ R & VIGNA M (2007) Relevamiento de malezas sobre cultivos de girasol (*Helianthus annuus*) en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires. En Actas del 4º congreso Argentino de girasol ASAGIR.
- GIGON R, LOPEZ RL & VIGNA MR (2009) Efectos del cultivo antecesor y sistema de labranza sobre las comunidades de malezas en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum*) en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Argentina. Actas del XII Congreso de la SEMh, XIX Congreso de ALAM y II Congreso IBCM, Vol I: pag 69 - 72.
- GIGÓN R & YANNICCARI M (2018). Evaluación de sensibilidad a diferentes herbicidas en poblaciones de *Lolium* spp. del centro sur de la provincia de Buenos Aires. II Congreso Argentino de Malezas: 69.
- GISMANO L (2020) Control de *Lolium multiflorum* (raigrás) Presumiblemente Resistente a Glifosato. Tesis presentada para optar por el título de Magister Scientiae de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. 77 pp.
- HEAP IM (2022) International survey of herbicide resistant weeds. [en línea] <<http://www.weedscience.com>> [Consultado 13/03/22].
- ISTILART C & YANNICCARI M (2011). Análisis de la evolución de malezas en cereales de invierno durante 27 años en la zona sur de la pampa húmeda argentina. *Revista Técnica Especial: Malezas problema (Aapresid)* 47-50.
- JAUHAR PP (1993) Cytogenetics of the *Festuca-Lolium* complex. Relevance to breeding. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 255 pp.
- LIEBL RA, WORSHAM AD (1987). Interference of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) in wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Science* 35, 819-823.
- 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.
- OWEN MJ, MARTINEZ N J & POWLES SB (2014). Multiple herbicide-resistant *Lolium rigidum* (annual ryegrass) now dominate across the Western Australian grain belt. *European Weed Research Society* 54, 314-324.
- RED DE MANEJO DE PLAGAS-REM (2022) Red de manejo de plagas. Aapresid. [en línea] <<https://www.aapresid.org.ar/rem/>> [Consultado 13/04/22].
- TERREL EE (1968) A Taxonomic Revision of the Genus *Lolium*. Technical Bulletin 1392. Washington DC, USA: U.S. Dept. of Agriculture.
- VIGNA MR & LÓPEZ R (2004) Malezas. En: Manual Técnico de Trigo. Editado por Bayer CropScience. 24-27 pp.
- VIGNA MR, LÓPEZ RL, GIGÓN R & MENDOZA J (2008) Estudios de curvas dosis-respuesta de poblaciones de *Lolium* a glifosato en el SO de Buenos Aires, Argentina. 18º Congreso Latinoamericano de Malezas. 4-8 de mayo. Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.
- VIGNA MR, GIGÓN R, YANNICCARI 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 & CARRETO J (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.
- SCURSONI JA, PALMANO M, DE NOTTA A & DELFINO D (2012) Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) density and N fertilization on wheat (*Triticum aestivum* L.) yield in Argentina. *Crop Protection* 32, 36-40.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA-WSSA (1998) Herbicide resistance and herbicide tolerance defined. *Weed Technol.* 12, 789-790.
- YANNICCARI 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 pp.



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

TROPFEN



WWW.TROPFEN.COM.AR

Herbicidas residuales para *Vicia villosa* Roth: una síntesis de las experiencias en la Argentina

**Madias, A.^{1,2}; Niccia, E.¹; Tibaldi, J.C.¹; Ruiz, A.³;
Sciarresi, C.S.³; Marzetti, M.⁴; Bedmar, F.⁵**

¹Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa.

²Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Rosario. ³Iowa State University. ⁴Asesor privado. ⁵Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

*madias@aapresid.org.ar

*Citar como: Madias et al. (2022) Herbicidas residuales para *Vicia villosa* Roth: una síntesis de las experiencias en la Argentina. Malezas 7, 52-60*



RESUMEN

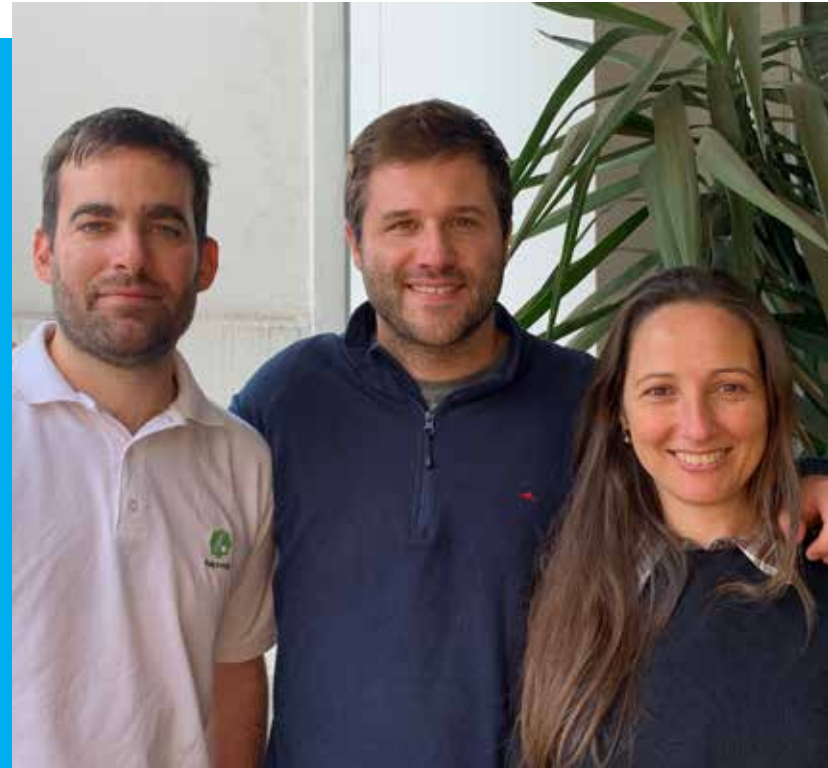
Los cultivos de servicio (CS) son una herramienta en el manejo integrado de malezas. *Vicia villosa* Roth es la fabácea más usada como CS por los productores en la Argentina. Sin embargo, la información sobre herbicidas para este cultivo es reducida. El objetivo del presente trabajo fue analizar la fitotoxicidad generada por herbicidas pre emergentes sobre el cultivo de *V. villosa* a lo largo de un amplio rango de ambientes de la región chaco-pampeana argentina. Para ello, se recopiló información de 13 experimentos, publicados y no publicados, conducidos en diferentes ambientes de la región chaco-pampeana, para analizar la fitotoxicidad generada por herbicidas pre emergentes sobre el cultivo de *V. villosa*. Para la evaluación de fitotoxicidad se utilizó la escala visual propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas. Los herbicidas residuales aplicados en pre emergencia del cultivo de *V. villosa* que generaron niveles aceptables de fitotoxicidad fueron: imazetapyr, metolacoloro, pendimetalin, piroxasulfone, amicarbazone, atrazina, prometrina, terbutilazina, flumioxazin,

saflufenacil, sulfentrazone, diflufenican y flurocloridona. Es importante que estos herbicidas selectivos sean registrados para su uso en *V. villosa* de modo que, cumplidos los requisitos legales, puedan ser utilizados por los productores.

Palabras clave: fitotoxicidad, cultivos de servicios, pre emergentes, selectividad, modo de acción.

SUMMARY

Service crops (SC) are a tool for integrated weed management. Hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) is the most common legume used as SC by Argentinean farmers. However, information on herbicides for this crop is limited. The objective of this work was to analyze the phytotoxicity generated by pre-emergent herbicides on hairy vetch throughout a wide range of environments in the Argentinian chaco-pampean region. To achieve this goal, information was collected from 13 published and unpublished experiments conducted under different environments from the chaco-pampean region, to analyze the phytotoxicity gener-



Autores del trabajo

ated by pre-emergent herbicides on hairy vetch. The visual scale proposed by the European Weed Research Society was used for the evaluation of phytotoxicity. Residual herbicides that generated acceptable levels of phytotoxicity applied in hairy vetch pre-emergence were: imazethapyr, metolachlor, pendimethalin, pyroxasulfone, amicarbazone, atrazine, prometryn, terbutylazine, flumioxazin, saflufenacil, sulfentrazone, diflufenican, and flurochloridone. It is important that these selective herbicides are registered for use on hairy vetch so can be used by farmers, after fulfilling argentinean legal requirements.

Key words: phytotoxicity, service crops, pre-emergent, selectivity, mode of action

INTRODUCCIÓN

Las malezas generan pérdidas productivas y económicas en diversos cultivos en todo el mundo (Swanton *et al.*, 1993; Soltani *et al.*, 2017; Gharde *et al.*, 2018). Esta problemática se incrementa cada año debido a la constante aparición de biotipos de malezas resistentes a herbicidas pertenecientes a diferentes modos de acción, tanto en la Argentina como a nivel mundial (Heap, 2021; REM, 2021).

Los cultivos de servicios (CS) son una alternativa viable para una agricultura sustentable, a través de sus aportes al manejo de malezas, entre otros (Teasdale, 1996). Los CS son aquellos incluidos en las rotaciones para proveer diferentes funciones o servicios ecosistémicos, diferentes a su uso directo como grano, forraje o bioenergía (Piñeiro *et al.*, 2014). La adopción de CS por los productores aumentó de forma constante a lo largo de los últimos 10 años en la Argentina, siendo utilizados actualmente por el 19% de los productores (Brihet *et al.*, 2021). Aunque los CS se siembran buscando diferentes objetivos, como por ejemplo incrementar la materia orgánica del suelo, reducir la compactación, fijar nitrógeno desde la atmósfera, entre otros, el control de malezas es el objetivo buscado por la mayor parte de los productores (Madias, 2020).

Los CS son una herramienta en el manejo integrado de malezas que tiene el potencial de retardar y agrupar la emergencia de malezas, y reducir su crecimiento y abundancia (Proctor, 2021). A su vez, Teasdale *et al.* (2005) han demostrado que puede haber sinergismo entre los residuos de un CS y el uso de herbicidas sobre la reducción de la emergencia y del crecimiento inicial de malezas. Sin embargo, en algunas situaciones, la supresión de malezas realizada por los CS puede ser inconsistente, requiriendo la integración con otras estrategias dentro de un programa de manejo integrado (Williams *et al.*, 1998). *Vicia villosa* Roth es la fabácea más ampliamente usada como CS por los productores en la Argentina (Bertolotto & Marzetti, 2017; Madias, 2020). A pesar de ello, existe sólo un herbicida registrado (terbutilazina) para el uso en pre emergencia (Anónimo, 2021). Por otra parte, la información generada en la Argentina sobre herbicidas para *V. villosa*, es reducida y mucha de esta no ha sido publicada, ni tampoco analizada en conjunto para evaluar la selectividad de los herbicidas a lo largo de diferentes ambientes.

El objetivo del presente trabajo fue analizar la fitotoxicidad generada por herbicidas aplicados como pre emergentes sobre el cultivo de *V. villosa* a lo largo de un amplio rango de ambientes de la región chaco-pampeana argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fecha de siembra de *V. villosa* varió entre el 2 de abril y el 9 de julio, y las aplicaciones de los principios activos (PA) evaluados se realizaron tanto en presiembra (entre 18 y 2 días antes de la siembra) como en pre emergencia (entre 1 y 5 días luego de la siembra) (Cuadro 1). Los PA evaluados fueron agrupados según su modo de acción en: (i) inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa (ALS), (ii) inhibidores de la división celular (DC), (iii) inhibidores de la fotosíntesis en el fotosistema II (FSII), (iv) inhibidores de la enzima protoporfirinógeno oxidasa (PPO) y (v) inhibidores de la biosíntesis de carotenoides (SC) (Cuadro 2). El diseño experimental varió

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



entre sitios, siendo en bloques completos aleatorizados o en franjas con testigo apareado (Cuadro 1). Los suelos donde fueron realizados los experimentos tuvieron en el estrato 0 a 20 cm contenidos de arena entre 2 y 78 %, materia orgánica entre 1,6 y 3,3 %, y pH entre 5,9 y 7,5 (Cuadro 1).

La evaluación de fitotoxicidad se realizó entre los 22 y 63 días después de la aplicación. En el sitio PIQ_20 (Figura 1) hubo más de una fecha de evaluación; en este caso solo se consideró la fecha de evaluación que mayor fitotoxicidad promedio registró para todos los herbicidas evaluados (63 días después de la aplicación; Cuadro 2) (Oliva, 2020). Para la evaluación de fitotoxicidad se utilizó, en la mayoría de los sitios, la escala visual propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS, según sus siglas en inglés) (Frans *et al.*, 1986). La escala EWRS tiene valores de 1 a 9, donde 1 indica sin efecto

y 9 indica muerte completa; a su vez propone como límite de aceptabilidad un valor máximo de 4 (Cuadro 3). Para asignar el valor de fitotoxicidad a cada parcela en todos los sitios se contó con testigos sin aplicación de herbicidas que se utilizaron como referencia visual (Cuadro 1). En los sitios LAB_19 y TAL_19 (Figura 1) se utilizó una escala diferente con siete categorías: SF (sin fitotoxicidad), 0 (daño menor a 5 %), 1 (daño entre 5 y 10 %), 2 (daño entre 10 y 20%), 3 (daño entre 20 y 30 %), 4 (daño entre 30 y 45 %), y 5 (daño mayor a 50%). Luego se realizó un pasaje a la escala ERWS, sobre la base de la descripción porcentual de fitotoxicidad, para SF, 0, 1, 2, 3, 4 (equivalencias en la escala EWRS= 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, respectivamente). Para asignar el valor de la escala, en la mayoría de los sitios se comparó visualmente la totalidad de la parcela con el testigo sin aplicación, y luego se asignó un valor

Cuadro 1. Características edáficas (0-20 cm) y meteorológicas, fechas de siembra y de aplicación, momento de evaluación y diseño experimental, de los sitios donde se realizaron los 13 experimentos incluidos en el análisis.

Año	Localidad	Código	Clase	textural			FDS	FDA	MDE	LL _{A-E}	TM _{A-E}	Diseño	Tamaño parcela	Fuente
				Arena	MO	pH								
2017	Ameghino	FAM_17	FA	59	2,3	6,3	9/5	10/5	60	69	12,0	FTA	2,5x7	Lobos <i>et al.</i> (2017)
	Gálvez	GAL_17	FL	2	2,3	5,9	1/5	2/5	38	83	14,1	BCA ₂ *	2,5x10	Marzetti, M. (NP)
	Marcos Juárez	MJU_17	FL	6	3,3	6,4	9/5	6/5	60	48	13,7	BCA ₄ **	2,5x10	Bellucini <i>et al.</i> (NP)
2018	Ameghino	FAM_18	AF	78	1,6	6,1	16/4	18/4	48	126	15,3	BCA ₃ *	2x10	Telechea & Luzzi (2018)
2019	Bandera	BAN_19	FL	14	2,5	7,5	5/7	10/7	35	38	13,0	BCA ₂ *	2,5x8	Dorsch <i>et al.</i> (2020)
	General Roca	GRO_19	FL	5	2,5	6,4	9/7	20/7	22	47	11,4	BCA ₂ **	5x10	Dorsch <i>et al.</i> (2020)
	Laboulaye	LAB_19	FA	50	2,2	6,3	23/4	24/4	45	59	13,4	FTA	2x3,5	Andreoni <i>et al.</i> (NP)
	Marcos Juárez	MJU_19	FL	6	3,3	6,4	7/5	8/5	30	30	14,4	BCA ₄ **	2,5x10	Bellucini <i>et al.</i> (2020)
	Tres Algarrobos	TAL_19	FA	64	2,3	6,2	9/6	22/5	30	44	11,6	FTA	2,5x8	Liggera, M. (NP)
2020	Gálvez	GAL_20	FL	2	2,3	5,9	22/4	24/4	45	120	15,8	BCA ₃ *	2,5x10	Marzetti, M. (NP)
	Marcos Juárez	MJU_20	FL	6	2	6	2/4	4/4	53	67	17,4	BCA ₂ **	5x10	Dorsch, A. (NP)
	Piquillín	PIQ_20	FL	13	2,5	6,8	2/5	30/4	63	12	10,3	FTA	2,5x25	Oliva, J. (2020)
	Tres Algarrobos	TAL_20	F	49	2,1	6,1	20/5	17/5	30	26	12,1	FTA	2,5x8	Liggera, M. (NP)

Clase textural: F: franco; FL: franco limoso; FA: franco arenoso; AF: arenoso franco.

MO: materia orgánica; FDS: fecha de siembra; FDA: fecha de aplicación; MDE: momento de evaluación; dda: días después de la aplicación;

LL_{A-E}: precipitaciones entre aplicación y evaluación; TM_{A-E}: temperatura media entre aplicación y evaluación.

Diseño experimental BCA₂: bloques completos al azar con 2 repeticiones; BCA₃: bloques completos al azar con 3 repeticiones; BCA₄: bloques completos al azar con 4 repeticiones; FTA: franjas únicas con testigo apareado (los testigos sin aplicación tuvieron en todos los sitios un ancho entre 1 y 2 m, e igual largo que las parcelas aplicadas); * con un testigo sin aplicación dentro de cada bloque; ** con testigo apareado a cada tratamiento dentro de cada bloque.

Tamaño parcelas: ancho x largo de las parcelas experimentales en cada sitio. N P: no publicado.

Cuadro 2. Dosis utilizadas de cada principio activo (PA) en cada sitio y caudal de aplicación. Los principios activos fueron agrupados según su modo de acción en inhibidores de la enzima

Modo de acción	Principio activo	Sitios (n)	Dosis utilizada (g de PA ha ⁻¹)												
			BAN_19	FAM_17	FAM_18	GAL_17	GAL_20	GRO_19	LAB_19	MJU_17	MJU_19	MJU_20	PIQ_20	TAL_19	TAL_20
ALS	Clorimuron	5	-	-	-	4/8	-	13	-	-	-	13	-	27	27
	Flumetsulam	12	36	36	-	24/72	60	60	80	72	60	60	36	60	60
	Imazetapir	10	106	106	-	53/106	106	106	64	53	100	106	79	-	-
	Metsulfuron	6	-	-	3	-	-	-	3	-	6	-	2,4	4,2	4,2
DC	Metolaclo	6	-	960	960	960/1920	-	-	1152	-	960	-	960	-	-
	Pendimetalin	7	-	1365	1365	-	-	-	1365	1137	-	990	1365	1365	
	Piroxasulfone	7	-	-	102	-	-	85	136	-	102	85	-	153	153
FSII	Amicarbazone	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	-	280	280
	Atrazina	4	-	-	-	-	-	1000	-	-	-	1000	-	900	900
	Metribuzin	6	240	-	-	120/240	384	216	240	-	480	216	-	-	-
	Prometrina	7	500	-	500	-	-	500	-	1000	-	500	-	1000	1000
	Terbutilazina	4	-	-	-	-	750	-	-	-	-	500	-	750	750
PPO	Flumioxazin	7	-	-	58	48/96	72	58	-	72	72	58	-	-	-
	Saflufenacil	9	49	49	49	-	-	49	25	49	-	49	53	49/98	72
	Sulfentrazone	8	-	150	150	-	-	200	-	200	200	200	-	74	49
SC	Diflufenican	9	100	100	-	-	150	125	100	150	150	150	-	-	100
	Flurocloridona	5	-	-	-	-	-	250	625	-	-	250	125	-	100
Caudal de aplicación (l ha ⁻¹)			160	100	100	70	70	105	110	115	115	105	130	20	20

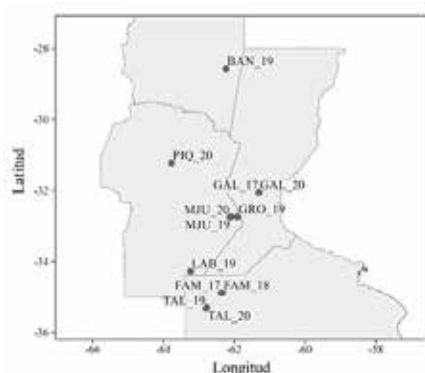


Figura 1. Ubicación geográfica de los 13 experimentos incluidos en el análisis: BAN_19, PIQ_20, GAL_17, GAL_20, MJU_20, GRO_19, MJU_19, LAB_19, FAM_17, FAM_18, TAL_19 y TAL_20.

por parcela. La excepción fueron PIQ_20 y BAN_19 (Figura 1) donde se definieron tres y cuatro estaciones de puntuación por parcela, respectivamente; los valores obtenidos se promediaron para obtener el valor medio de fitotoxicidad de la parcela (Oliva, 2020; Zaizer, comunicación personal).

Análisis de los datos

La fitotoxicidad generada por cada PA se analizó mediante gráficos de cajas, para facilitar la observación de los valores promedio y la variabilidad de los datos. En los casos que un PA mostró valores de fitotoxicidad por encima del límite de aceptabilidad

Cuadro 3. Escala utilizada para evaluar la fitotoxicidad de herbicidas sobre el cultivo de *Vicia villosa* Roth, propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS).

Valor	Efecto en el cultivo	Fitotoxicidad en el cultivo (%)
1	Sin efecto	0 a 1
2	Síntomas muy ligeros	1 a 3,5
3	Síntomas ligeros	3,5 a 7,0
4	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento	7 a 12,5
-----Límite de aceptabilidad-----		
5	Daño medio	12,5 a 20
6	Daño elevado	20 a 30
7	Daño muy elevado	30 a 50
8	Daño severo	50 a 99
9	Muerte completa	99 a 100

(Cuadro 3) en al menos uno de los sitios, se analizó el grado de asociación, mediante el coeficiente de correlación de Pearson, entre el nivel de fitotoxicidad observado y diferentes variables de suelo, meteorológicas y de manejo (Cuadros 1 y 2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información generada por diferentes grupos de trabajo en la Argentina se sintetizó identificando principios activos (PA) pertenecientes a diferentes modos de acción, que se comportaron como selectivos para el cultivo de *V. villosa* a lo largo de un amplio rango de ambientes de la región chaco-pampeana argentina.

Entre los herbicidas pertenecientes al grupo de los inhibidores de la acetolactato sintetasa, imazetapyr fue el PA que generó menor fitotoxicidad promedio a lo largo de diferentes ambientes (2,3) (Figura 2), siendo la misma inferior al límite de aceptabilidad en el 82% de los casos. Estos resultados son coincidentes con lo observado por otros autores, quienes tampoco han en-

contrado efectos adversos relevantes por el uso de imazetapyr en pre emergencia de *V. villosa* (Renzi & Cantamutto, 2013; Palhano *et al.*, 2018). Flumetsulam tuvo un promedio de fitotoxicidad de 4,1 (rango 1 a 9) y clorimuron de 3,8 (rango 1 a 8) (Figura 2). El nivel de fitotoxicidad de clorimuron se asoció positivamente con el porcentaje de arena del suelo de a 0-20 cm ($r: 0,95$; $p < 0,05$) y con la dosis utilizada ($r: 0,94$; $p < 0,05$). La fitotoxicidad de flumetsulam no se asoció a ninguna de las variables relevadas (Cuadro 1). Cornelius & Bradley (2017) encontraron que flumetsulam aplicado como herbicida residual en el cultivo de soja, generaba efectos fitotóxicos sobre la *V. villosa* que sigue en la rotación (reducción del 39% de la biomasa).

Metsulfuron fue el PA que mostró mayor fitotoxicidad, con un promedio de 5,4 (rango 2,3 a 9), generando fitotoxicidad (> 4) en el 75% de los sitios donde se evaluó. No generó fitotoxicidad solo en dos sitios: (i) en PIQ_20, posiblemente debido a la baja dosis utilizada (2,4 gr i.a. ha⁻¹; Cuadro 2) y/o a una limitada incorporación al suelo

por la ocurrencia de escasas precipitaciones entre la aplicación y la evaluación (12 mm; Cuadro 1); y (ii) en FAM_18, donde los 126 mm de lluvias entre aplicación y evaluación (Cuadro 1), pueden haber generado una lixiviación del herbicida en el suelo. James *et al.* (2004) demostraron que metsulfuron, con más de 100 mm de lluvias después de la aplicación, puede lixiviar a más de 16 cm de profundidad.

Los PA pertenecientes al grupo de los inhibidores de la división celular se destacaron por los bajos niveles de fitotoxicidad generados. Pendimetalin y piroxasulfone tuvieron un promedio de 1,1 con poca variación entre sitios (rango de 1 a 2 para ambos) (Figura 2). Tharp & Kells (2000) encontraron que pendimetalin causó reducciones leves (menores a 10%) en la producción de biomasa de trébol encarnado (*Trifolium incarnatum* L.). Por su parte, Palhano *et al.* (2018) no encontraron problemas de fitotoxicidad en *V. villosa* con piroxasulfone, en concordancia con los resultados del presente trabajo. Metolacloro presentó un promedio de fitotoxicidad de 2 con un rango de 1 a 5, solo sobrepasando el límite de aceptabilidad en MJU_19. Según otros autores, metolacloro no ha generado problemas de fitotoxicidad importantes en *V. villosa* (Palhano *et al.*, 2018), ni en otra fabácea como trébol encarnado (Tharp & Kells, 2000).

Entre los inhibidores del fotosistema II, metribuzin fue el PA que mayor fitotoxicidad generó, con un promedio de 3,8 (Figura 2), sobrepasando el límite de aceptabilidad en el 50% de los casos (LAB_19, BAN_19, MJU_19 y MJU_20). Se encontró asociación positiva entre el porcentaje de arena del suelo a 0-20 cm y la fitotoxicidad ($r: 0,75; p<0,05$). Sin embargo, Palhano *et al.* (2018) no reportaron problemas de fitotoxicidad por aplicación de metribuzin en *V. villosa*. Los demás PA evaluados, pertenecientes a este grupo, mostraron un buen desempeño, no superando en ningún caso el límite aceptable de fitotoxicidad. La fitotoxicidad promedio generada fue de 1,3 para prometrina (rango 1 a 3), 2,3 para terbutilazina (rango 2 a 3), 2,8 para

atrazina (rango 1 a 4) y 3 para amicarbazone (3 en todos los casos). Si bien atrazina no sobrepasó el límite de aceptabilidad en ninguno de los sitios donde fue evaluada, otros autores han reportado problemas de fitotoxicidad de este PA sobre *V. villosa*, con reducciones del 25% de la biomasa producida (Palhano *et al.*, 2018).

Dentro de los herbicidas del grupo de los inhibidores de protoporfirinógeno oxidasa incluidos en el trabajo se destacaron saflufenacil y sulfentrazone, con valores promedio de fitotoxicidad de 1,9 y 2,1, respectivamente (Figura 2), los cuales no sobrepasaron el límite de aceptabilidad en ninguno de los sitios (rango 1 a 4). No se han encontrado reportes de otros autores respecto a la fitotoxicidad que generan sobre *V. villosa*. Por su parte, flumioxazin también mostró nivel promedio de fitotoxicidad aceptable (2,5), solamente superó el límite de aceptabilidad en GAL_17. En este sitio se utilizó una dosis de 93 g i.a. ha⁻¹, mientras que en el resto de los casos fue evaluado con dosis de 48 y 72 g i.a. ha⁻¹ (Cuadro 2). Debido a esto sería de interés realizar estudios específicos sobre dosis de uso de este PA.

Entre los PA del grupo de los inhibidores de la biosíntesis de carotenoides, flurocloridona, con un promedio de 2, no generó fitotoxicidad por encima del límite de aceptabilidad en ninguno de los sitios donde se evaluó. Diflufenican mostró una fitotoxicidad promedio de 2,3, sobrepasando el límite de aceptabilidad solo en uno de los diez sitios donde se evaluó (LAB_19). Se encontró una asociación positiva entre el porcentaje de arena del suelo y la fitotoxicidad ($r: 0,69; p<0,05$).

En futuros trabajos, sería recomendable evaluar, además de la fitotoxicidad, otras variables de importancia sobre los CS, como la producción de biomasa, la altura o el porcentaje de cobertura de suelo lograda. Esto permitiría determinar los efectos específicos de cada herbicida, tal cual lo realizado por algunos autores (Oliva, 2020). Asimismo, es de especial interés realizar evaluaciones del nivel de control logrado por cada herbicida sobre las malezas pre-

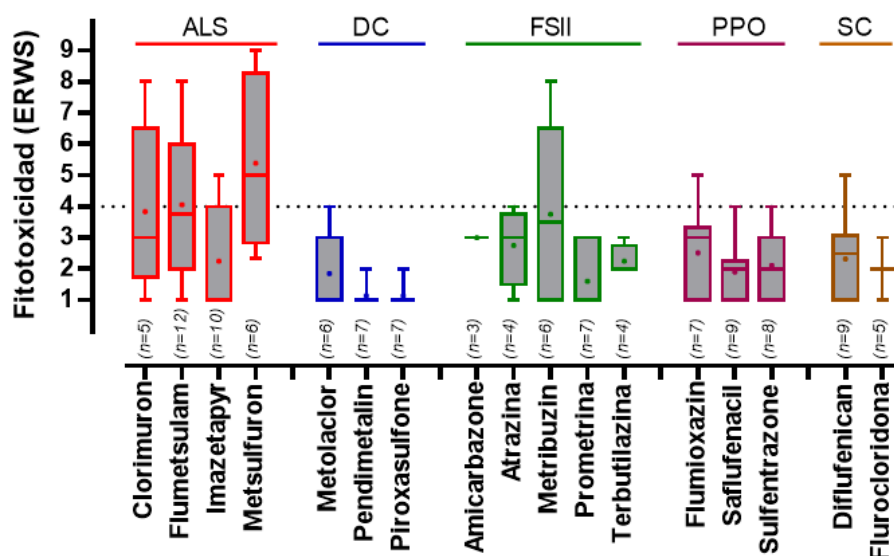


Figura 2. Fitotoxidad sobre el cultivo de *Vicia villosa* Roth de diferentes principios activos (PA) aplicados en presiembra o pr eemergencia, según la escala por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS). La línea punteada indica el límite de aceptabilidad (4) por encima del cual no se recomienda el uso de un determinado PA. Las cajas contienen el 50% de los datos, el punto indica la media, la línea la mediana y los bigotes los valores máximos y mínimos encontrados. ALS: inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa; DC: inhibidores de la división celular; FSII: inhibidores de la fotosíntesis en el fotosistema II; PPO: inhibidores de la enzima protoporfirinógeno oxidasa; SC: inhibidores de la biosíntesis de carotenoides.

sentés en el experimento (Bellucini *et al.*, 2020), ya que esta información es de gran relevancia en la toma de decisión por parte de asesores y productores. Finalmente, sería importante desarrollar estudios locales sobre el uso de herbicidas en postemergencia de *V. villosa* y otras especies utilizadas como CS.

En la actualidad, los asesores y productores tienen la necesidad de contar con herbicidas pre emergentes selectivos para *V. villosa* a fin de utilizarlos en situaciones donde las malezas puedan generar competencia en la etapa inicial de establecimiento del cultivo. Hasta el momento, existe un solo PA registrado en la Argentina para su uso en pre emergencia de esta especie (terbutilazina) (Anónimo, 2021). Por tanto, es importante que se inicien los registros correspondientes de estos u otros herbicidas selectivos para el cultivo de *V. villosa* de manera de ampliar las opciones dispo-

nibles para los productores. Por otro lado, no solo es importante contar con diferentes herbicidas registrados para manejar distintas comunidades de malezas, sino también implementar una correcta rotación de los mismos para retrasar evolución de la resistencia a herbicidas en las malezas.

CONCLUSIONES

A través del análisis de la información generada en experimentos realizados a lo largo de diferentes ambientes de la Argentina se pudieron identificar herbicidas que generaron niveles aceptables de fitotoxidad aplicados como residuales en el cultivo de *V. villosa*. Entre estos herbicidas se encuentran: imazetapyr, metolacloro, pendimetalin, piroxasulfone, amicarbazone, atrazina, prometrina, terbutilazina, flumioxazin, saflufenacil, sulfentrazone, diflufenican y flurocloridona. Estos herbicidas poseen diferentes modos de acción lo

que permitiría generar un abanico amplio de opciones para la planificación de la rotación de modos de acción dentro de una secuencia de cultivos, si fuese propuesto y aprobado su registro.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos los productores y técnicos que realizaron los experimentos a campo y brindaron su información. «

Bibliografía

- ANÓNIMO (2021) Terbyne® etiqueta de producto. Disponible en: <https://sjpcam.com.ar/uploads/products/documents/MARBETE%20TERBYNE%202021-BANDA%20AZUL.pdf>. [Último acceso: 10 de julio de 2021].
- BELLUCINI P, BAIGORRIA T, CAZORLA C, PAPA JC (2020) Top 10 de tratamientos residuales para el control de malezas en Vicia villosa. Revista Red de Innovadores Aapresid, 183, 78-80.
- BERTOLOTTO M & MARZETTI M (2017) Cultivos de cobertura: Bases para su manejo en sistemas de producción. REM-AAPRESID. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/sites/3/2017/09/AAP-Original-Cultivos-de-cobertura.pdf> [Último acceso: 10 de julio de 2021].
- BRIHET J, GAYO S & REGEIRO D (2021) Cultivos de cobertura. Informe mensual N° 42. Bolsa de Cereales. Disponible en: <https://www.bolsadecereales.com/tecnologia-informes>. [Último acceso: 9 de julio de 2021].
- CORNELIUS CD & BRADLEY KW (2017) Carryover of common corn and soybean herbicides to various cover crop species. Weed Technol, 31, 21-31.
- DORSCH A, ZAISER E, ZORZÍN JL, MIOTTI H, RUIZ A & SCIARRESI C (2020) Fitotoxicidad de herbicidas pre emergentes sobre cultivos de servicios. Revista técnica de cultivos de invierno AAPRESID.
- FRANS R, TALBERT R, MARX D & CROWLEY H (1986) Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: CAMPER ND (Ed.). Research Methods in Weed Science. 3rd edition, 29-46. Champaign, Illinois, USA: Southern Weed Science Society.
- GHARDE Y, SINGH PK, DUBEY RP & GUPTA PK (2018) Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India. Crop Protection 107, 12-18.
- HEAP I (2021) The International Herbicide-Resistant Weed Database. Disponible en: www.weedscience.org [último acceso: 10 de julio de 2021].
- JAMES TK, RAHMAN A, MELLISOP JM & TROLOVE M (2004) Effect of rainfall on the movement and persistence of Metsulfuron-methyl and clopyralid applied to pasture. New Zealand Plant Protection 57, 271-276.
- LOBOS M, MIRANDA W, RAMPO M et al. (2018) Cultivos de cobertura invernales y herbicidas pre emergentes: incidencia en la densidad de una población natural de malezas. Memoria Técnica 2017-2018. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- MADIAS A (2020) Cultivos de servicios: Actualidad, utilización y perspectivas. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/blog/relevamiento-2020-de-cultivos-de-servicios-actualidad-y-perspectivas/> [último acceso: 7 de julio de 2021].
- OLIVA J (2020) Herbicidas pre emergentes en el cultivo de Vicia Villosa Roth: evaluación de selectividad en un cultivo del Área Central de la Provincia de Córdoba. Tesis Doctoral. Universidad Católica de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- PALHANO MG, NORWORTHY JK & BARBER T (2018). Sensitivity and likelihood of residual herbicide carryover to cover crops. Weed Technology 32, 236-243.
- PIÑEIRO G, PINTO P, ARANA S et al. (2014) Cultivos de servicio: integrando la ecología con la producción agrícola. XXVI Reunión Argentina de Ecología. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Chubut, Argentina, 2 de mayo de 2014.
- PROCTOR C (2021) Using cover crops as an IPM tool for managing hard-to-control weeds. Crops & Soils 54, 36-41.
- RED DE MANEJO DE PLAGAS-REM (2021) Mapa de malezas. Aapresid. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/rem-malezas/> [último acceso: 10 de julio de 2021].
- RENZI J & CANTAMUTTO M (2013) Vicias: Bases agronómicas para el manejo en la Región Pampeana I. Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA.
- SOLTANI N, DILLE J, BURKE I et al. (2016) Potential corn yield losses from weeds in North America. Weed Technology 30, 979-984.
- SWANTON C, HARKER K & ANDERSON R (1993) Crop losses due to weeds in Canada. Weed Technology 7, 537-542.
- TEASDALE J (1996) Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. Journal of production agriculture 9, 475-479.
- TEASDALE JR., PILLAI P & COLLINS RT (2005) Synergism between cover crop residue and herbicide activity on emergence and early growth of weeds. Weed science, 53, 521-527.
- TELECHEA P & LUZZI M (2018) Taller de resultados de ensayos agrícolas INTA General Villegas. Agosto de 2018. Disponible en: https://inta.gov.ar/sites/default/files/taller_de_resultados_de_ensayos_agricolaspt.pdf. [último acceso: 5 de julio de 2021].
- THARP BE & KELLS JJ (2000) Effect of Soil-Applied Herbicides on Establishment of Cover Crop Species. Weed technology 14, 596-601.
- WILLIAMS MM, MORTENSEN DA & DORAN JW (1998) Assessment of weed and crop fitness in cover crop residues for integrated weed management. Weed science 46, 595-603.

