

Manejo de malezas problema

Raigrás. *Lolium spp.*



Bases para
su manejo
en **sistemas
de producción**



ISSN N° 2250-5342 (versión papel) / ISSN N° 2250-5350 (versión on-line)
Volumen VIII – Año 2017



Manejo de malezas problema

Raigrás (*Lolium spp.*) Bases para su manejo y control en sistemas de producción

Autores:

Ramón Gigón¹, Mario Vigna² y Marcos Yannicari³.

¹ Asesor privado.

² Estación Experimental Agropecuaria INTA Bordenave.

³ Chacra Experimental Integrada Barrow (MAA-INTA)

6000 ejemplares. Diciembre de 2017.

Editora Responsable – REM - AAPRESID

Dorrego 1639, piso 2, oficina 1, 2000, Rosario, Santa Fe, Argentina

Impreso en Imprenta Tecnigráfica, Av. Pte. Perón 3747 (ex Godoy) / Tel.Fax: (0341) 432-5648, Rosario, Rep. Argentina.

Las fotografías que ilustran esta portada fueron tomadas de las siguientes fuentes:

Arriba, izquierda: Lote con *Lolium spp.* resistente a glifosato.

Ing. Agr. Agustin Bilbao e Ing. Agr. Esteban Bilbao. Regional Necochea Aapresid.

Abajo, izquierda: Inflorescencia de *Lolium perenne*. REM

Abajo, derecha: Plantas de *Lolium multiflorum* en estado vegetativo. REM

La presente publicación recibió aportes de las siguientes empresas:



Advertencia

La información contenida en esta publicación está realizada con el mayor rigor científico posible, sobre la base de experimentos publicados y/o información brindada por los referentes consultados. Sin embargo, ni los autores ni la Institución asumen responsabilidad alguna acerca de riesgos o efectos, actuales o futuros que pudieran derivarse del uso o aplicación de su contenido.



Raigrás (*Lolium spp.*) como maleza en cultivos de cosecha de Argentina

Introducción

Desde hace más de cien años raigrás anual y perenne (*Lolium multiflorum* y *L. perenne*) han sido cultivados en sistemas agropecuarios o netamente ganaderos de la región pampeana (Cabrera, 1970). Ambas especies resultan subespontáneas puesto que se han naturalizado a partir de escapes de pasturas donde fueron y son cultivadas. Si bien las especies de *Lolium* son nativas de Europa, áreas templadas de Asia y norte de África, se han dispersado por regiones templadas de todo el mundo (Balfourier *et al.*, 2000). En Argentina, ya en 1937, Parodi advertía la importancia de las especies naturalizadas de *Lolium* como trascendentes malezas de ciertos cultivos (Figura 1).



Fig. 1: Semillas de *Lolium spp.* halladas en muestras de trigo.

Dentro del género *Lolium*, se distinguen claramente dos grupos basados en caracteres morfológicos y fenológicos. Un grupo, comprende dos especies autógamias, es decir, capaces de dar descendencia por autofecundación: *L. temulentum* y *L. persicum*; mientras que las especies de polinización cruzada ó alógamas constituyen el otro grupo: *L. perenne*, *L. rigidum* y *L. multiflorum* (Loos, 1993). Estas especies alógamas, de polinización anemófila, pueden cruzarse generando híbridos fértiles, por lo tanto, algunos autores sugieren que *L. perenne*, *L. rigidum* y *L. multiflorum* deberían ser consideradas una única especie (Bulinska-Radomska y Lester, 1985). En tal sentido, algunos taxónomos sugieren que *L. multiflorum* sería una subespecie de *L. perenne*, denominándolos *L. perenne subsp. multiflorum* (Lam.) Husn. y *L. perenne subsp. perenne*, respectivamente.

Varias diferencias permiten distinguir *L. perenne* y *L. multiflorum* considerando el tipo de prefoliación: si es conduplicada ó convoluta, si son plantas perennes ó anuales, si presentan requerimientos de vernalización ó no y si su número de espiguillas por espiga es menor a 10 ó mayor, respectivamente (Cabrera y Zardini, 1978; Jung *et al.*, 1996; Inda Aramendía, 2005). Sin embargo, existe una considerable intergradación continua entre ambas especies (Terrell, 1968).

La amplia variabilidad en caracteres morfológicos vegetativos y reproductivos encontrada en plantas de *L. multiflorum* y de *L. perenne*, ha sido atribuida a cruzamien-

tos espontáneos entre ambas especies (Caro *et al.*, 1978). Esto junto a la demostrada capacidad de generar híbridos inter-específicos fértiles (Yannicari *et al.*, 2015), dificulta la determinación de la identidad botánica de ciertas poblaciones ferales.

Por lo tanto, considerando la estrecha relación entre esas especies, donde es ampliamente mayor la similitud a los pocos caracteres que podrían diferenciarlas, es que a menudo se menciona el complejo *Lolium spp.* para generalizar la información que resultare común a ambas especies e híbridos.



6



Fig. 2: Plántulas de *Lolium* spp. en barbecho previo a la siembra de cereales de invierno.

Morfología

Las diferentes especies de raigrás se agrupan dentro del género *Lolium*, perteneciendo a la familia de las gramíneas (Poaceae) (**Figura 2**). Resulta ser un género fácil de reconocer a campo: en estado vegetativo presenta láminas de envés brillante y la base de los macollos color rojiza-purpúrea; al estado reproductivo, su característica inflorescencia, propia del género, está constituida por espigas dísticas con dos series opuestas de espiguillas multifloras provistas de una sola gluma (externa), excepto la espiguilla terminal que posee las dos glumas.

El raigrás anual, italiano o criollo (*L. multiflorum*) presenta plantas de 30 a 100 cm de altura. Sus hojas de prefoliación convoluta (arrollada sobre sí misma), muestran láminas de 8 a 20 cm de longitud y 3-8 mm de ancho. Las espigas son rectas ó ligeramente curvadas, con una longitud de 10 a 28 cm, donde se disponen las espiguillas que presentan más de 10 flores (típicamente de 11 a 22 flores). Sus lemmas frecuentemente son aristadas, pero existen variantes místicas. Comparado a las otras especies del mismo género, por ser la especie que mayor número de flores por espiguilla presenta, su epíteto específico es *multiflorum* (Caro *et al.*, 1978; Inda Aramendía, 2005).

El raigrás perenne ó raigrás inglés (*L. perenne*) es una planta de hasta 80 cm de altura, sus hojas de prefoliación conduplicada (plegada en dos a lo largo de la nervadura) presentan láminas de 20-30 cm de largo y hasta 6 mm de ancho. Forma rizomas cortos a partir del enraizamiento de nudos basales. Las inflorescencias, normalmente, no presentan ramificaciones, alcanzando hasta 20 cm de largo. En ellas portan entre 20 y 30 espiguillas de hasta diez flores cada una, cuyas lemmas no tienen aristas. El largo de las espiguillas sobrepasa en un tercio el largo de la gluma. Durante la etapa reproductiva, la planta sigue produciendo macollos que rodean a los culmos florecidos (Cabrera y Zardini, 1978;

Jung *et al.*, 1996; Inda Aramendía, 2005). Los cruzamientos entre *L. multiflorum* y *L. perenne*, generan híbridos con numerosos caracteres morfológicos intermedios respecto a ambos parentales (Yanniccari *et al.*, 2015). Así, el área foliar, el número de espiguillas por espiga y el número de flores por espiguillas pueden resultar caracteres intermedios al evaluar híbridos de *L. multiflorum* x *L. perenne* (**Figura 3**) (Yanniccari *et al.*, 2015).

A medida que se comenzó a trabajar en la problemática de la resistencia en esta especie, se hallaron dificultades para determinar la identidad botánica de los biotipos utilizando las claves taxonómicas



Fig. 3: Espigas de *L. perenne* (izq.), híbrido de *L. multiflorum* x *L. perenne* (centro) y *L. multiflorum* (der.).



tradicionales. Los primeros trabajos se hicieron trabajando con poblaciones de *L. multiflorum* o *L. perenne*, sin embargo dentro de cada población comenzaron a detectarse individuos con características similares a otra especie y de ambas especies en un mismo individuo.

Últimamente en Argentina los investigadores relacionados con la problemática de raigrás como maleza, para evitar estas discusiones académicas, adoptan el nombre propuesto por el USDA (2017) de *Lolium perenne* L. ssp. *multiflorum* (Lam.) Husnot., si bien se habla de *Lolium spp.* o raigrás resistente a tal o cual herbicida.

Distribución

Lolium spp. se encuentra naturalizado en zonas templadas de nuestro país 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 (Catullo, 1982; Istilart, 1991). Gigón *et al.* (2009) registraron su presencia en el 39,9% de los lotes de trigo en implantación. Si bien aún no se tiene cuantificada su frecuencia en lotes durante el barbecho, se estima que la misma sería por lo menos igual, aunque posiblemente resulte ser mayor teniendo en cuenta que el principal período de emergencia se produce durante el primer semestre del año (Vigna y López, 2004).



Fig. 4: Fases de un hipotético enmalezamiento de *Lolium spp.* en trigo.

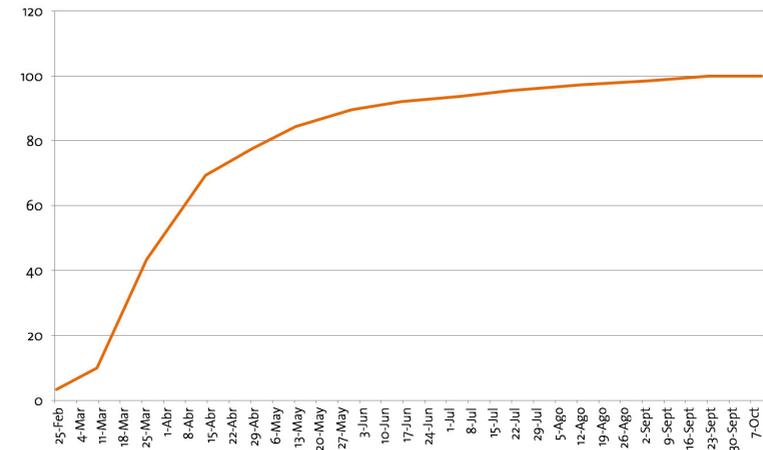


Fig. 5: Dinámica de emergencia de *Lolium spp.* en el año 2014 en Barrow (plántulas.m-2, % acumulado).

Descripción del ciclo

El raigrás presenta un ciclo otoño-invierno-primaveral. Como en otros procesos de enmalezamiento, el ciclo puede ser dividido en dos fases: una de establecimiento y otra de regeneración (Figura 4). En el sur de la provincia de Buenos Aires, la fase de establecimiento se inicia cuando la maleza germina y emerge con las primeras lluvias otoñales, pero previamente las semillas requieren haber perdido la dormición condicionada por el tiempo térmico post-maduración (Steadman *et al.*, 2003). Por esto, una proporción del banco de semillas del suelo permanece sin germinar, aún después de las primeras lluvias. Estas características hacen que la maleza presente un banco de semillas de tipo

transitorio, donde la mayor proporción de las semillas no permanecen viables en el campo por más de dos años. En la Figura 5 se puede observar la dinámica de emergencia durante el año 2014 en un lote de la Chacra Experimental Integrada Barrow, donde el 80% de los nacimientos totales en el año se alcanzaron en el mes de mayo.

Al comenzar la fase establecimiento, la tasa de crecimiento de las plántulas es inicialmente baja, pero cuando la planta expande su cuarta hoja, se inicia el período de macollaje y la tasa se incrementa (Yannicari y Acciari, 2013). Al finalizar el verano y durante el otoño, las condiciones ambientales de temperatura y humedad del suelo, propician un período de rápido



crecimiento que garantiza el proceso de enmalezamiento en barbechos ó en lotes de cultivos estivales en cosecha (**Figura 5**).

Durante el invierno, la tasa de crecimiento es baja y las plantas ya establecidas permanecen en macollaje durante la primera mitad de la estación fría, resultando ser importantes malezas al momento de la siembra de cereales de invierno. En tanto, las nuevas emergencias durante la implantación de tales cultivos, presentan un lento establecimiento en términos relativos a las primeras cohortes de *Lolium spp.*

En el caso de *L. perenne*, las plantas en macollaje presentan requerimientos de vernalización a diferencia de *L. multiflorum*, pero ambos requieren de día largo para el desarrollo de la inflorescencia (Mac Millan *et al.*, 2005), posteriormente comienza la encañazón desde el mes de agosto en adelante. En tal período las condiciones climáticas propician el incremento de la tasa de crecimiento y con ello la agresividad frente a los cereales de invierno en cuanto a la competencia por recursos edáficos: agua y nutrientes. En el norte de la Provincia de Buenos Aires, Santa Fe y Entre Ríos, en este momento del ciclo, el raigrás se presenta como importante maleza en barbechos antes de la siembra de maíz y soja.

La fase de regeneración de la maleza se inicia con la floración que ocurre en primavera prologándose entre octubre y noviembre (**Figura 4**). Sólo en el caso de *L. perenne* la producción de macollos continúa durante este período. La antesis se inicia en las espiguillas centrales

y continúa hacia el extremo basal y apical. Mientras que las flores basales de cada espiguilla son las primeras en llegar a antesis. La frecuente auto-incompatibilidad hace que la alogamia sea el hábito reproductivo dominante (Thorogood y Hayward, 1991). Hacia el fin de la primavera, conjuntamente con el incremento de las temperaturas, los cariopses maduran y comienza la dispersión de las semillas.

Potencialmente, la producción por planta puede llegar hasta las 12 mil semillas (Pop *et al.*, 2010), sin embargo en condiciones de campo en la región pampeana se han registrado producciones de 1500 a 7500 semillas por planta dependiendo de la sensibilidad a glifosato y de las condiciones hídricas (Yannicari *et al.*, 2016). Luego, las semillas se incorporan en el banco de propágulos del suelo a fines de la primavera y durante el verano.

En la temporada estival, las tasas de crecimiento de *L. perenne* descienden y la senescencia avanza en los órganos aéreos, mientras que los órganos subterráneos se mantienen en latencia (Yannicari y Acciaresi, 2013). Hacia la nueva estación, con las primeras lluvias esas plantas rebrotan vigorosamente y, a su vez, nuevas semillas germinan para continuar el ciclo (Yannicari y Acciaresi, 2013).

Pérdidas en cultivos asociadas a la interferencia de *Lolium spp.*

Respecto a la interferencia de la maleza sobre los cultivos, históricamente se ha

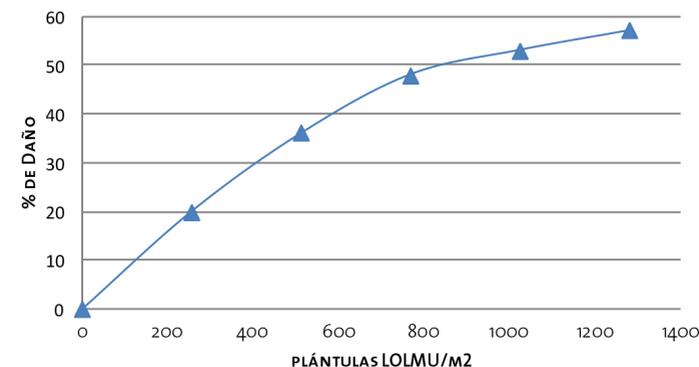


Fig. 6: Efecto de la densidad de plántulas de *Lolium spp.* al inicio de un cultivo de trigo sobre el rendimiento final de grano. EEA INTA Bordenave.

trabajado en interacción con trigo donde se mencionan diferentes impactos asociados a reducciones de rendimiento de 4,2% cada 10 plantas de raigrás por metro cuadrado (Liebl y Worsham, 1987) o pérdidas de 61% por 93 plantas por metro cuadrado en EEUU (Appleby *et al.*, 1976; Liebl y Worsham, 1987). En España, Taberner Palou (1998), con infestaciones altas de raigrás (700 pl.m⁻²), observaron pérdidas del 40% respecto a parcelas libres de la maleza. Ante los numerosos reportes de pérdidas de rendimiento asociadas a raigrás, la emergencia relativa de la maleza respecto al cultivo o la fertilidad del lote, entre otros factores, influyen en el impacto sobre el cultivo (Liebl y Worsham, 1987).

En Bordenave, trabajando bajo un sistema de labranza convencional y estudiando la respuesta de dos cultivares de trigo adaptados a la región, se obtuvo una curva de daño donde se detectó que, aproximadamente, 250 plántulas de

raigrás por metro cuadrado, emergidas concomitantemente con el cultivo provocan una pérdida del 20% de rendimiento (Vigna, 2004) (**Figura 6**).

Scursoni *et al.* (2012) con una densidad de 100 pl.m⁻² observaron pérdidas de 30 y 20% con y sin fertilización nitrogenada. Acciaresi *et al.*, (2003) mencionan que la interferencia con trigo, puede producir pérdidas de rendimiento del 50%. En España, se sugiere intervenir en el cultivo controlando la maleza cuando la densidad de *L. rigidum* alcanza las 25 pl.m⁻² (Gil y Lezáun San Martín, 2015).

Resistencia a herbicidas

A nivel mundial, *Lolium rigidum* es la especie que ha mostrado el mayor número de casos de resistencia a herbicidas de diferentes modos de acción. Algunos

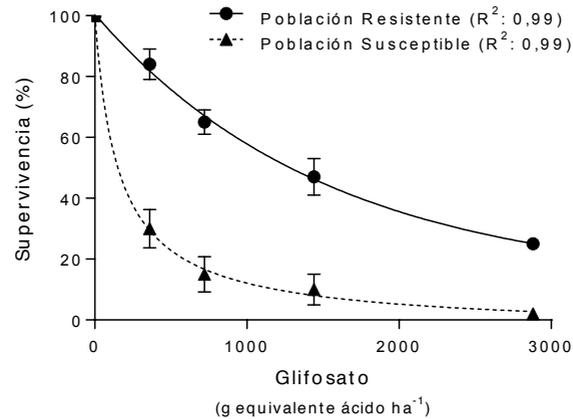


Fig. 7: Confirmación de la resistencia de *Lolium perenne* a glifosato a través de curvas dosis-respuesta.

aspectos propios de las especies de raigrás como la alogamia, la relativamente alta producción de semillas, la baja longevidad de las semillas en el suelo, explican la rapidez con que evoluciona la resistencia a herbicidas.

En el sur de la Provincia de Buenos Aires los problemas de poblaciones de *Lolium spp.* de baja sensibilidad a glifosato se han hecho frecuentes desde hace una década. En el año 2008, Vigna *et al.* comunicaron la resistencia a glifosato de poblaciones espontáneas de *Lolium multiflorum*. En la misma región, la resistencia a glifosato de *Lolium perenne* fue documentada en el año 2009 (Yannicari *et al.*, 2009) (Figura 7).

En la zona de aparición de los primeros casos de resistencia a glifosato, desde el 2008 se comienzan a observar problemas de control con herbicidas gramínicidas “fops”, utilizados para el control selectivo

en trigo. En 2011, Vigna *et al.* confirman la resistencia a diclofop en una población de raigrás. A su vez en Balcarce comienzan a identificarse biotipos con resistencia múltiple a herbicidas encontrándose dos biotipos resistentes: uno con baja sensibilidad a glifosato e inhibidores de la ACCasa y otro resistente a glifosato y herbicidas inhibidores de la AHAS/ALS (Diez de Ulzurum y Leaden, 2011). Más tarde un biotipo mostró resistencia a los tres modos de acción mencionados (Diez de Ulzurum y Leaden, 2012). En el norte de la provincia de Buenos Aires, centro sur de Santa Fe y sudeste de Entre Ríos se identificaron poblaciones resistentes a glifosato pero manteniendo, hasta ese momento, la sensibilidad a los gramínicidas (Papa *et al.*, 2012).

Como principales alternativas de control químico de malezas resistentes a glifosato,

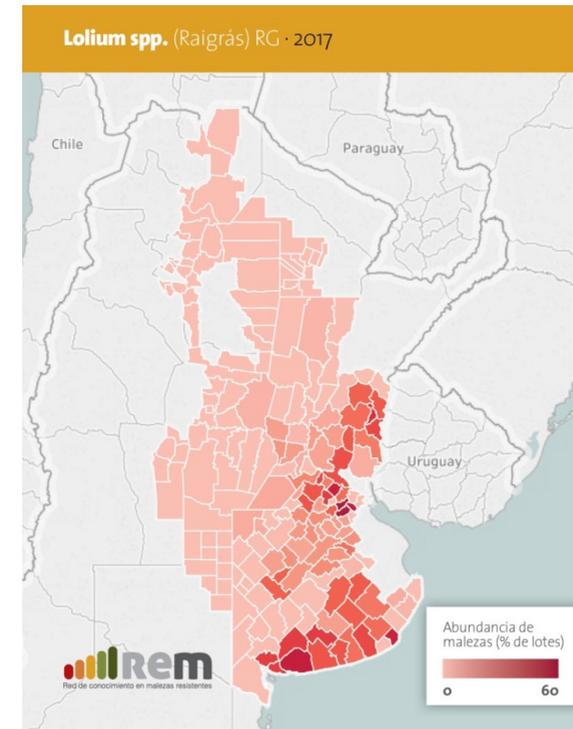


Fig. 8: Mapa de *Lolium spp.* resistente a glifosato (REM, 2017).

se han empleado herbicidas inhibidores de la ACCasa e inhibidores de la AHAS/ALS (Ustarroz *et al.*, 2012; Yannicari *et al.*, 2012; Olea, 2013).

No obstante, y como se describe a continuación, la problemática se ha complejizado por la aparición creciente de poblaciones con resistencia múltiple lo que limita las posibilidades de control solo con herbicidas.

Estado de la resistencia

Si bien los primeros casos de resistencia de *Lolium* a glifosato se detectaron en el S-SO de la provincia de Buenos Aires (Vigna, *et al.* 2008, Yannicari *et al.* 2009), la presencia de poblaciones resistentes se ha verificado por lo menos en prácticamente toda la provincia, incluyendo sur de Santa Fe y Entre Ríos (Papa, *et al.*, 2012) como se observa en el mapa de malezas de la REM (Figura 8).



Cuadro 1. Porcentaje de poblaciones de *Lolium spp* con diferente nivel de resistencia a herbicidas inhibidores de las enzima acetolactatosintasa (ALS), Acetil Coenzima A Carboxilasa (ACCasa) y a 5-enolpyruvylshikimato-3-fosfato sintasa (EPSPS). Poblaciones recolectadas al azar en lotes comerciales en diciembre de 2013.

Sobrevivencia (%)	Resistencia	ALS	ACCasa	EPSPS
0	Nula	29,9	16,3	77,3
1-5	muy baja	20,7	20,9	2,3
5-10	Baja	6,9	20,9	0
10-50	Alta	20,7	23,3	6,8
≥50	Muy alta	21,8	18,6	13,6

Un relevamiento de lotes comerciales efectuado en el año 2013 (Vigna, et al 2017) con apoyo de Syngenta a las actividades sustanciales del proyecto específico PNPV 1135034 del INTA reveló la existencia un porcentaje relativamente alto de poblaciones con baja sensibilidad a los tres mecanismos de acción correspondiente a los herbicidas más utilizados en el S-SO de Buenos Aires (**Cuadro 1**).

Por otro lado fue muy importante la cantidad de casos con resistencia múltiple (**Cuadro 2**), resultando que el porcentaje de poblaciones con resistencia (sobrevivencia > a 20%) a ACCasa + ALS alcanzó el 18,3%.

La distribución de las poblaciones en los diferentes partidos del S-SO de Buenos Aires se presentan en las Figuras 9, 10 y 11.

Cuadro 2. Casos de Resistencia múltiple en poblaciones de *Lolium spp.* en el S-SO de Buenos Aires. Poblaciones agrupadas por porcentaje de sobrevivencia a los diferentes herbicidas.

	ALS+ACCasa+EPSPS		ALS+ACCasa		ALS+EPSPS		ACCasa+EPSPS	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Con ≥20%	5,0	5,7	11,0	12,6	1,0	1,1	1,0	1,1
	88,0	100,0	87,0	100,0	87,0	100,0	87,0	100,0
Con >10% y < 20 %	4,0	4,5	5,0	5,7	5,0	5,7	1,0	1,1

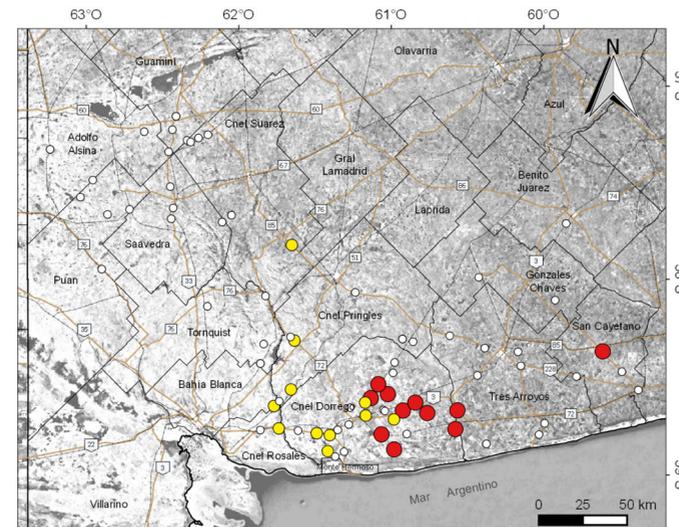


Fig. 9: Distribución de poblaciones de *Lolium spp.* resistentes a glifosato. Ver cuadro referencias.

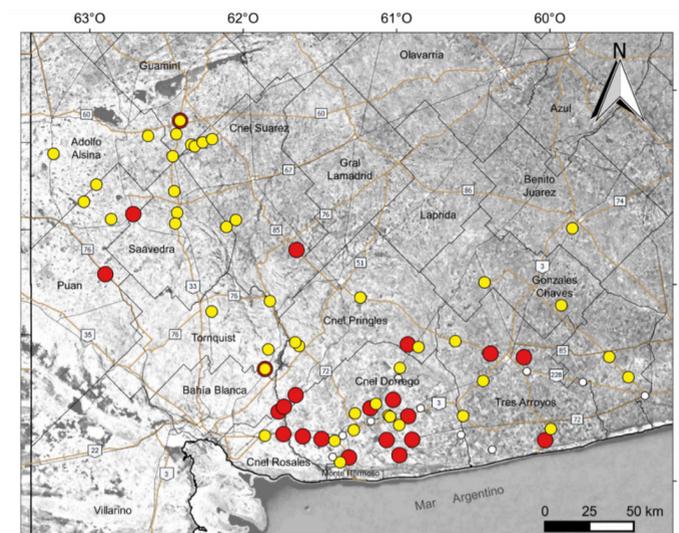


Fig. 10: Distribución de poblaciones de *Lolium spp.* resistentes a ACCasa. Ver cuadro de referencias.

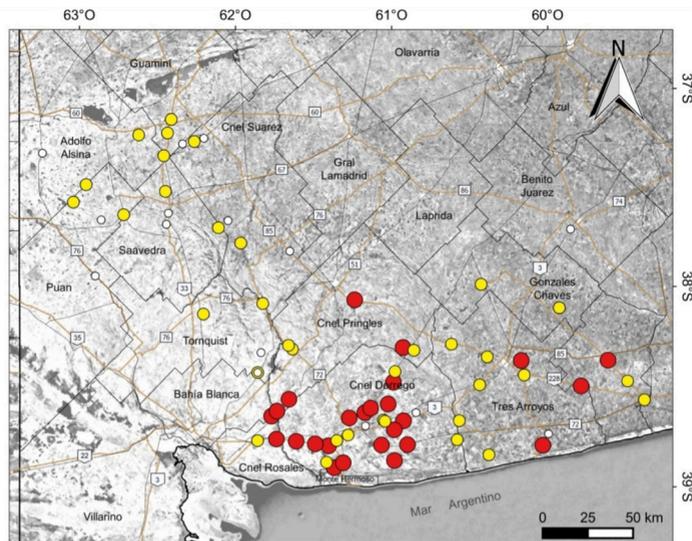


Fig. 11: Distribución de poblaciones de *Lolium spp* resistentes a ALS. Ver cuadro de Referencias.

Cuadro de Referencias de los Mapas

Sobrevivencia (%)	Nivel de Resistencia
0	Nulo
1 a 19	En Desarrollo
Mayor a 20	Resistente

Relevamientos que se realizan en Australia desde 1991 hasta el presente indican un crecimiento constante y sin pausa de las poblaciones resistentes a diferentes modos de acción. Un trabajo realizado en el oeste Australiano por Owen *et al.* (2014), confirmaron que el 96% de las poblaciones tenían resistencia a inhibidores de la ACCasa (diclofopmetil) y 98% a inhibidores de la AHAS/ALS (sulfometuron), creciendo la resistencia a otros herbicidas y mecanismos de acción. En

conclusión, en esa región australiana el 99% de las poblaciones de *L. rigidum* presentan resistencia a herbicidas de al menos dos modos de acción distintos. El escenario de la problemática en Argentina, principalmente en el sur de Buenos Aires, no parece ser muy distinto al conocido en los inicios de la resistencia en Australia. Sin embargo, actualmente se disponen de más conocimientos, productos herbicidas y fundamentalmente mayores alternativas de cultivos, sobre todo estivales,

que permitirían implementar rotaciones y bajar la presión de selección con herbicidas.

Consideraciones para su manejo

Una década atrás, al raigrás se lo consideraba una maleza secundaria creciendo junto con *Avena fatua*, pero actualmente se encuentran situaciones donde se presenta como única maleza gramínea, condicionando el tratamiento herbicida a realizar. La relevancia a nivel mundial y local del *Lolium* como problema de la agricultura ha sido asociada a su capacidad de formar biotipos resistentes

a herbicidas, constituyendo un desafío omnipresente para la sostenibilidad de los sistemas productivos actuales.

Un aspecto clave al diseñar una estrategia de manejo del problema ó retrasar la evolución de resistencia es propiciar la rotación de cultivos. En un relevamiento de *Lolium spp.* realizado sobre cultivos de cereales de invierno, que venían de diferentes cultivos antecesores, se observó que el antecesor inmediato girasol con tecnología clearfield limitó la presencia de raigrás en el cultivo de trigo siguiente. Evidentemente, el empleo de un herbicida residual en el verano logró controlar las primeras cohortes de *Lolium spp.* y

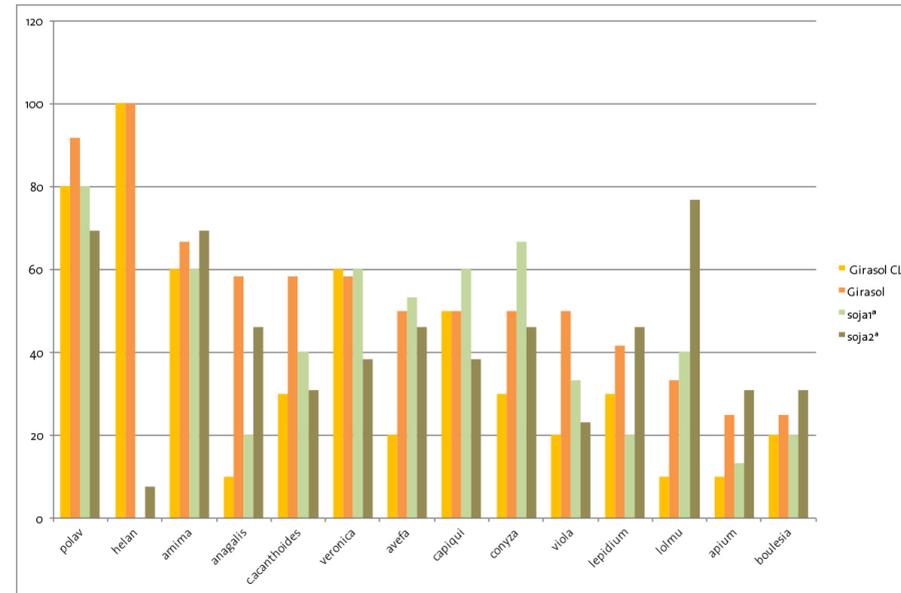


Fig. 12: Efecto del cultivo antecesor sobre la comunidad de malezas al año siguiente en cereales de invierno. Los resultados de cada especie se expresan como porcentaje de los lotes donde se constató su presencia.



reduciendo las infestaciones en el cultivo de trigo siguiente. En contraste, cuando el antecesor resultó ser soja de segunda se favoreció al raigrás en los cereales de invierno siguientes (**Figura 12**).

De todas maneras, luego de las consideraciones relacionadas al ciclo de la maleza, la interferencia con los cultivos y la resistencia a herbicidas, etc., **el manejo no puede lograrse a partir de prácticas aisladas y esporádicas**. Se necesita el diseño de una estrategia de manejo que considere el proceso de enmalezamiento a partir de la ecofisiología del *Lolium spp.*

Es necesario encaminar todas las herramientas del manejo integrado de malezas con el objetivo de tratar la problemática con dos objetivos:

- Uno, asociado a la “fase de establecimiento” (ver “Descripción del ciclo”), es alcanzar el macollaje del cultivo de trigo ó cebada con una densidad de *Lolium spp.* inferior al umbral económico, para evitar que la maleza llegue ventajosamente al período crítico donde comienzan a generar pérdidas y de tiempo suficiente para intervenir antes que se produzca un grado elevado de competencia por recursos edáficos y luz y generen pérdidas que justifiquen su control.
- El segundo objetivo, asociado a la “fase de regeneración” (en lotes en barbecho a cultivos de cosecha gruesa ó en “manchones” donde la densidad

de plantas impide que los cereales de invierno prosperen), es evitar la incorporación de semillas al banco de propágulos del suelo y prevenir la dispersión de la resistencia por flujo génico mediado por el polen ó semillas.

Se debe intervenir con diferentes prácticas desde el inicio del otoño hasta post-emergencia del trigo ó cebada con el primer objetivo ó desde floración de la maleza hasta su madurez fisiológica a considerar el segundo objetivo.

Manejo de *Lolium spp.* en el cultivo de trigo

La **rotación de herbicidas de diferentes modos de acción** es una de las principales recomendaciones para tratar problemas de resistencia como para prevenir su avance. La clave del manejo es **favorecer al cultivo en detrimento de la maleza**.

Control químico

El manejo del raigrás en el trigo **comienza desde el barbecho**. Los principios activos registrados para el empleo en barbecho, pre- ó post-emergencia de trigo, se encuentran en los modos de acción indicados en la **Figura 13**.

En primer lugar, se destaca que las intervenciones en barbecho presentan una disponibilidad mayor de diferentes modos de acción. Si sumado a esto se tiene en cuenta que los principales flujos de

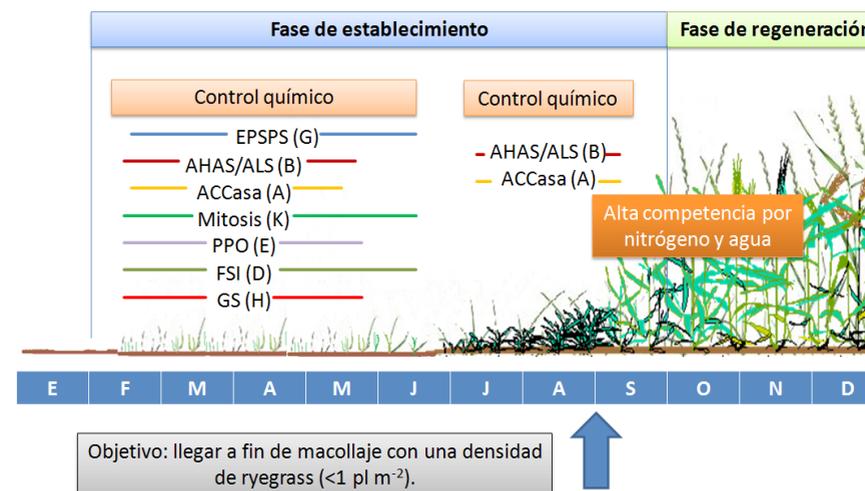


Fig. 13: Diferentes modos de acción de herbicidas para el control de *Lolium spp.* en cereales de invierno.

emergencia de *Lolium spp.* se producen en tal período, los tratamientos realizados en barbecho son muy importantes al momento de planificar una estrategia de manejo. En barbechos destinados a cereales de invierno la mezcla de glifosato y cletodim ó halo xifop se ha utilizado con éxito para muchos biotipos. Asimismo si las plantas se encuentran en un estadio avanzado de desarrollo (>15 macollos) una alternativa que se ha sumado estos años es la técnica del doble golpe, principalmente recomendado para casos de poblaciones difíciles de controlar, con grados importantes de resistencia a glifosato (Vigna, *et al* 2011b). La aplicación secuencial de dosis crecientes de paraquat a tratamientos previos con glifosato o gramínicidas en dosis recomendadas (X)

y triples (3X) incrementa abruptamente la velocidad de control de todos los tratamientos y a su vez aumenta el control final logrado. La efectividad y necesidad de emplear esta técnica estará en relación con el desarrollo del raigrás y el momento del año o del manejo del lote. Sin embargo es muy recomendable para evitar que el cultivo se inicie con plántulas de raigrás ya establecidas o mal controladas, las cuales tendrán una ventaja competitiva sobre el cultivo y serán más difíciles de controlar con los herbicidas postemergentes. En el Cuadro 3 se presentan diferentes herbicidas registrados en Argentina para el control de *Lolium spp.* en trigo.



Cuadro 3. Herbicidas registrados en Argentina para el control de *Lolium spp.* en trigo

Marca comercial y formulado	Herbicida	Estado del cultivo	Estado de la Maleza
FOPER (EC)	Diclofop- metil 28% (1)	2-3 hojas a macollaje	1-2 hojas - inic. macollaje
TOPIK 24EC	Clodinafop-propargil 24% + Cloquintocet 2% (2)	2-3 hojas a macollaje	1-2 hojas a macollaje
HUSSAR PLUS	((lodosulfuron 5% + Mesosulfuron 0,78%) + mefenpyr 25%) + Metsulfuron 60% (3)	2-3 hojas a macollaje	2 hojas a macollaje
AXIAL (EC)	Pinoxaden 5% + cloquintocetmexil 1,25% (4)	2-3 hojas a macollaje	2-4 hojas – inic. macollaje
MERIT	((Pyroxulam (4.5%) + Cloquintocet-mexil (9%)) + metsulfuron (60%) (5)	3 hojas a fin de macollaje	Avena fatua y Bromus 2-4 a 1 macollo, Raigrás hasta inic. macollaje
EVEREST 70WDG	Flucarbazone sodico (70%) (6)	1-6 hojas	1-4 hojas
SUMISOYA Flo	Flumioxazin (48%) (7)	15 días antes siembra	Preemergente
TRIGOSOL	Imazamox (70%w/w) + Dicamba (8) (SOLO en Trigos CLEARFIELD)	Desde emergencia a fin de macollaje	2-4 hojas desarrolladas (incluye Bromus)

(1) Formulado EC, dosis producto formulado de 2000-2500 cc/ha. No es compatible con latifolicidas a excepción de Bromoxinil. Registrado para el cultivo de cebada.

(2) Formulado comercial EC. Cloquintocet es el antidoto. Se debe aplicar con el agregado de aceite refinado 90% en una concentración de 0,5 a 1 litro cada 100 l de agua. Dosis para Avena fatua 150 cc/ha y 200-250 cc/ha para raigrás.

(3) Formulado OD + WG. Mefenpyr es el antidoto. Se debe aplicar con coadyuvante (alcohol etoxilado) 200 ml/ha provisto por el fabricante. Dosis 220-240 + 5 gr + 2% alcohol etoxilado.

(4) Formulado EC. Cloquintocet- mexil es el antidoto. La dosis para ambas malezas es 600 a 800, la dosis mayor se aconseja por el fabricante para la mezcla de tanque con los productos Misil o Peak Pack. Registrado su uso para el cultivo de cebada.

(5) Formulado OD WG. Cloquintocet mexil es el antidoto. Dosis 400 + 6,7 gr se debe aplicar con el agregado de aceite mineral 0,5% y sulfato de amonio (2%). Evitar aplicaciones en condiciones de estrés y suelos con menos de 1% de MO y pH 7.

(6) Formulado comercial WDG. Dosis de uso 60-80 a 80-100 cc/ha. Se recomienda 5 gr i.a. metsulfuron para completar actividad sobre hoja ancha. Aplicar siempre con el agregado de un coadyuvante no iónico al 0,25% de concentración (250 ml por cada 100 litros de agua). En caso de trigo candeal consultar. No utilizar coadyuvantes siliconados.

(7) Formulado Comercial SC se recomienda aplicar en dosis de 100 a 120 cc/ha en mezcla con Glifosato (3) + tensioactivos (200 cc Sakkon o 500 cc aceite metilado de soja).

(8) Registrado solo para Trigos CLEARFIELD. Formulado WG. Se debe aplicar con tensioactivo no iónico al 0,25 %.

El agregado de **herbicidas residuales en presiembra/preemergencia** del cultivo aún no registrados como por ejemplo, trifluralina, S-metolaclor, metribuzin ayudarán sin duda al manejo de biotipos con resistencias múltiples a los herbicidas clásicos del cultivo. En este grupo de herbicidas el registro de una nueva molécula como pyroxazulfone (inhibidor de la síntesis de ácidos grasos de cadena larga) también aportará una herramienta interesante para el manejo de *Lolium spp.* Una vez implantado el cultivo y establecida la maleza, un aspecto importante a considerar es el **momento de intervención en postemergencia** de los cereales de invierno. Se ha encontrado que las aplicaciones tempranas (ZCK 1.2

a 2.1) controlan mejor la maleza y liberan al cultivo de la interferencia temprana que influye fuertemente en la generación del rendimiento tanto en trigo como en cebada (**Figura 14**).

Al considerar que sólo se disponen de dos modos de acción para el tratamiento de *Lolium spp.* en post-emergencia de trigo, los principios activos recomendados en tal período no deberían coincidir en el modo de acción respecto a aquellos empleados en barbecho. Además, la ventana de aplicación es más estrecha en post-emergencia y es una oportunidad para controlar plantas originadas de flujos de emergencia tardíos, que no fueron controladas en barbecho.

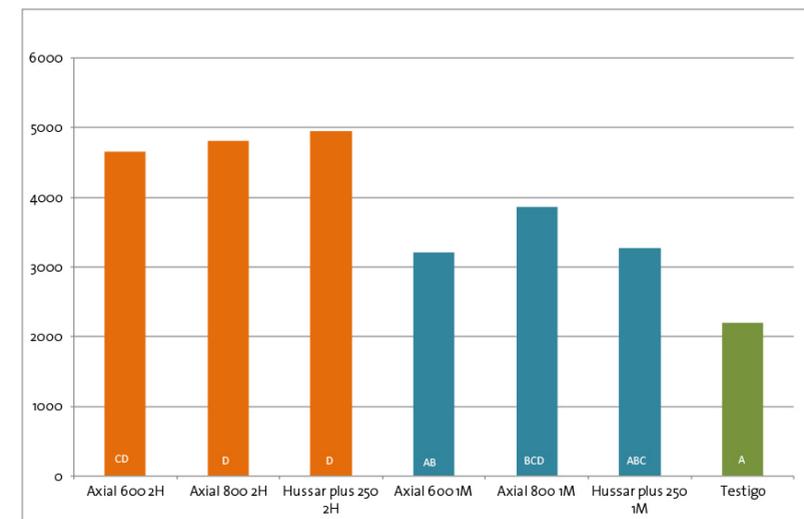


Fig. 14: Efecto del momento de aplicación de herbicidas postemergentes sobre el rendimiento de cebada (Kg/ha): 2 hojas (ZCK 1.2) y 1 macollo (ZCK 2.1) del cultivo. Tres Arroyos, 2014.



Manejo de *Lolium spp* en cultivos de gruesa

Aunque el mayor problema del raigrás resistente a herbicidas está asociado a cultivos de trigo y cebada cervecera, últimamente está complicando cada vez más el manejo de los barbechos para cultivos de verano. Sobre todo en el barbecho de la rotación de maíz (siembras tardías) a soja, se suele cosechar el cereal advirtiendo una elevada densidad de raigrás en avanzado desarrollo, es allí cuando los controles suelen fallar ante un barbecho corto.

Al ser una especie principalmente de emergencia otoño-invernal es fundamental **realizar un correcto control en el barbecho largo** de los cultivos de gruesa, esto es fundamental para luego lograr controles eficientes en la presiembra del cultivo sobre las últimas emergencias de fines de invierno/principio de primavera.

Como se mencionó en el manejo de barbecho a cereales de invierno, el agregado de gramínicas (inhibidores de ACCasa) junto con el glifosato funcionan bien en los controles a la salida del otoño. Si las plantas pasan los tamaños de 10-15 macollos resulta más efectivo realizar un doble golpe con paraquat o glufosinato de amonio y asegurar el control total de las cohortes otoñales, aunque es importante mencionar que lo ideal sería no llegar a la situación de doble golpe debido a riesgo de fallas y aumento en la presión de selección de los gramínicas. También

el uso de los desecantes (paraquat y glufosinato) son herramientas útiles para repasos de nacimientos nuevos en plantas juveniles previo al macollaje.

El agregado de algún **herbicida residual** en el barbecho largo puede ayudar notablemente al manejo para llegar limpios a la siembra y también dando la posibilidad de agregar activos que actúen en otros sitios de acción y demorar las resistencias múltiples. Dentro de estos principios activos se pueden nombrar al sulfometuron-clorimuron para sojas STS, atrazina para maíz, clomazone para soja y las imidazolinonas (principalmente imazapir e imazapic) para barbechos a cultivos tolerantes.

Empleo de Capacidad supresora, habilidad competitiva y cultivos de cobertura.

En Bordenave se evaluó la **habilidad competitiva de cultivares** de distintos verdeos de invierno sobre raigrás medido como índice de agresividad (IA) con el fin de identificar aquellos materiales promisorios para su empleo en cultivos de cobertura y con cortes (Carretto y Vigna, 2016).

Todos los verdeos produjeron afición significativa de la emergencia de *Lolium spp.*, siendo la más severa la cebada cv. Alicia (Figura 15). En tanto, el cultivar de avena Milagros mostró la menor interferencia sobre la emergencia de raigrás (Figura 16). La dinámica de crecimiento de los diferentes verdeos se manifestó en el cambio del índice de

agresividad, relacionado con la capacidad supresora sobre *Lolium spp.* En el primer corte las cebadas Alicia y Mariana mostraron el mayor índice (Figura 15), en el segundo corte los centenos Don Edwald, Fausto y la cebada Rayen mostraron índices muy altos que se mantuvieron en el tercer y cuarto corte (Figura 17 y 15). A partir del segundo corte la avena cv. Julieta, la cebada cv. Mariana y el triticale cv. Ona mostraron los menores índices de agresividad.

Estos resultados evidencian la variabilidad existente respecto a la agresividad de los cultivos, incluso entre cultivares de una misma especie, que se proyecta como

importante herramienta cultural al momento de diseñar una estrategia de manejo de la resistencia.

La incorporación de prácticas culturales como la **densidad de siembra de los cultivos, el uso de cultivos de cobertura, el pastoreo con ganadería, la rotación de cultivos de cosecha gruesa y fina**, seguramente contribuirán a un manejo integrado sustentable en el tiempo.

“En los sistemas integrados para el manejo de la resistencia no se triunfará sólo en base a trocar herbicidas y cultivos resistentes” (Albert Fischer, 2011).

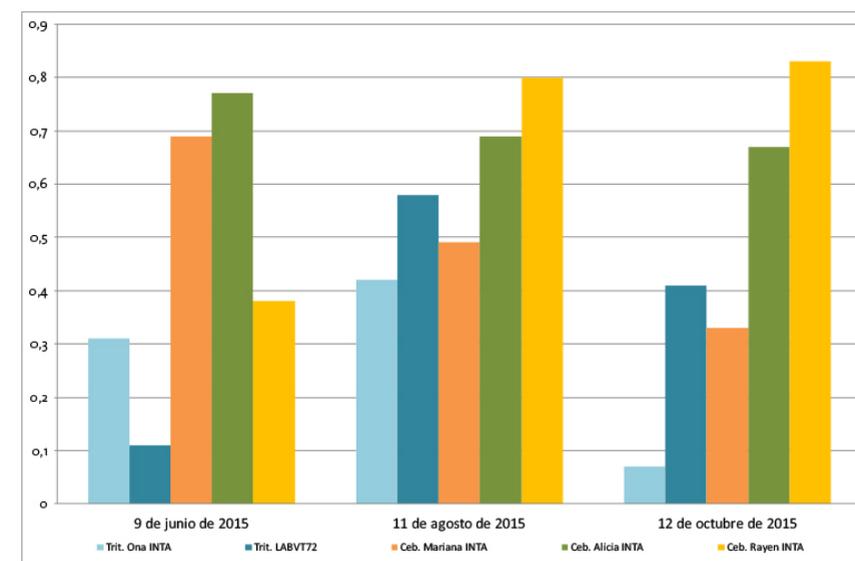


Fig. 15: Índice de agresividad (capacidad supresora) de cultivares de triticale y cebada forrajera sobre *Lolium multiflorum* en diferentes momentos de corte. EEA INTA Bordenave, 2015.

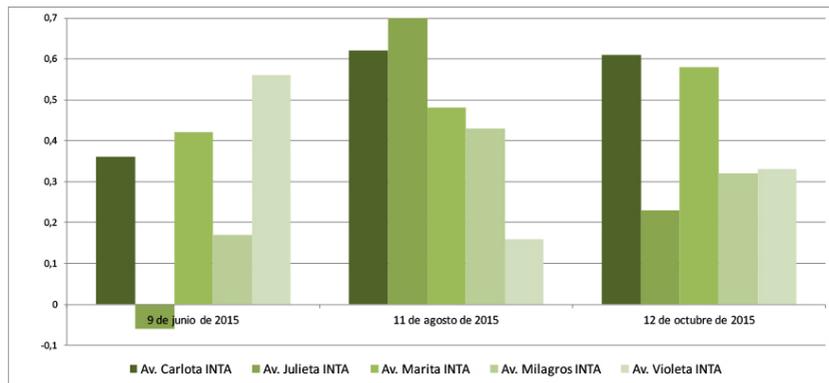


Fig. 16: Índice de agresividad (capacidad supresora) de cultivares de avena sobre *Lolium multiflorum* en diferentes momentos de corte. EEA INTA Bordenave, 2015.

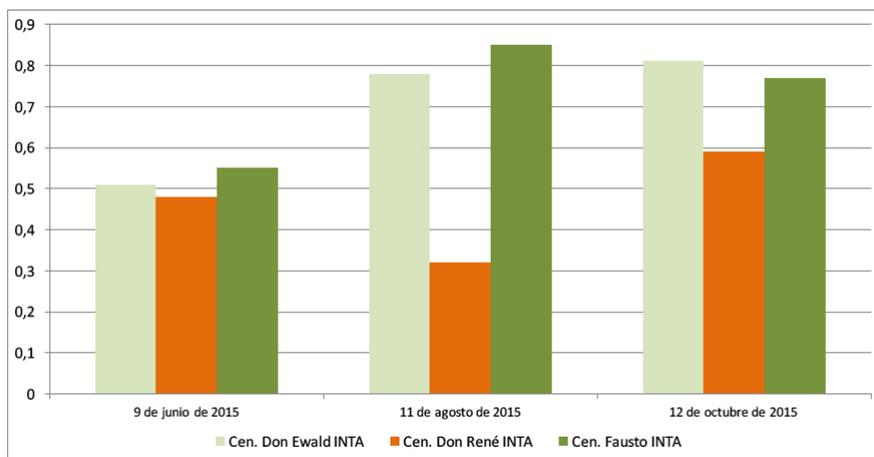


Fig. 17: Índice de agresividad (capacidad supresora) de cultivares de centeno sobre *Lolium multiflorum* en diferentes momentos de corte. EEA INTA Bordenave, 2015.

Bibliografía citada

- Acciaresi, H.; Chidichimo, H.; Sarandón, S. 2003.** Shoot and root competition in a *Lolium multiflorum*-wheat association. *Biological Agriculture and Horticulture* 21: 15 - 33.
- Appleby, A. P.; Olson, P. D.; Colbert, D. R. 1976.** Winter wheat reduction from interference by Italian ryegrass. *Agronomy Journal* 68: 463 – 466.
- 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.
- Bulinska-Radomska, Z.; Lester, R. 1985.** Relationships between five species of *Lolium* (Poaceae). *Plant Systematics and Evolution* 148: 169 - 175.
- Cabrera, A. 1970.** Flora de la Provincia de Buenos Aires: Gramíneas. Tomo IV. Buenos Aires. Colección Científica INTA. 623 pp.
- Cabrera, A.; Zardini, E. 1978.** Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires. Buenos Aires. ACME. 715 pp.
- Caro, J.; Sánchez, E.; Elisetch, M. 1978.** Las especies de *Lolium* (Gramineae) de la flora argentina. *Dominguezia* 1: 1 - 23.
- Carretto L. M. y Vigna, M. R. (2016).** Habilidad competitiva de verdeos de invierno frente a *Lolium multiflorum* y *Brassica napus*. *Actas VI Simposio de cereales de siembra otoño-invernal, II Encuentro del Mercosur. Sección Protección Vegetal (soporte electrónico).*
- Catullo, J.C.; Valetti, O. E.; Rodríguez, M. L.; Sosa, C. A., 1983.** Relevamiento de malezas en cultivos comerciales de trigo y girasol en el centro-sur bonaerense. *Maleza* 2: 204 - 235.
- Diez de Ulzurrun, P.; Leaden, M. I., 2011.** Análisis de la sensibilidad de biotipos de *Lolium multiflorum* a herbicidas inhibidores de las enzimas ALS, ACCasa y EPSPS. *Actas del XX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM: 425 - 435. Viña del Mar – Chile).*
- Diez de Ulzurrun, P.; Leaden, M. I. 2012.** Análisis de la sensibilidad de biotipos de *Lolium multiflorum* a herbicidas inhibidores de la enzima ALS, ACCasa y glifosato. *Planta Daninha* 30: 667 - 673.
- Fischer, A. 2010.** La problemática de resistencia a nivel mundial, cómo anticiparnos. Conferencia magistral XIX Congreso Nacional de AAPRESID Rosario.
- Gigon, R.; Lopez, R. L.; Vigna, M. R. 2009.** Efectos del cultivo antecesor y sistema de labranza sobre las comunidades de malezas en el cultivo de 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.*
- Gil, M. A.; Lezáun San Martín, J.A. 2015.** Guía de gestión integrada de plagas cereales de invierno, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. ISBN: 978-84-491-1439-7. Madrid, 2015. Paseo de la Infanta Isabel, 1. 28014 Madrid.



- Inda-Aramendía, L. 2005.** El género *Lolium*. Claves dicotómicas. Revista de la Real Academia de Ciencias de Zaragoza. 60: 143 - 155.
- Istilart, C. 1991.** Relevamiento de malezas en cultivos de trigo en los partidos de Tres Arroyos, G. Chaves y Necochea. XII Reunión ASAM 2: 87-96.
- Jung, G.; van Wijk, A.; Hunt, W.; Watson, C. 1996.** Ryegrasses. En: "Cool-season for agegrasses". Moser, L.; Buxton, D.; Casler, M (Eds.). Agronomy monograph 34. Madison. American Society of Agronomy. 841 pp.
- Liebl, R. A.; Worsham, A. D. 1987.** Interference of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) in wheat (*Triticum aestivum*). Weed Science 35: 819 – 823.
- Loos, B. 1993.** Morphological variation in *Lolium* (Poaceae) as a measure of species relationships. Plant Systematics and Evolution 188: 87 - 99.
- Mac Millan, C.; Blundell, C.; King, R. 2005.** Flowering of the grass *Lolium perenne*. Effects of vernalization and long day songibberellin biosynthesis and signaling. Plant Physiology 138: 1794 - 1806.
- Olea, I. 2013.** *Sorghum halepense*, *Echinochloa colona* y otras posibles malezas resistentes a glifosato en el Noroeste Argentino. I Seminario Internacional: Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables. INIA, Uruguay.
- Owen, M. J.; Martinez, N. J.; Powles, S. B. (2014).** Multiple herbicide-resistant *Lolium rigidum* (annual ryegrass) now dominate sacross the Western Australian grain belt. European Weed Research Society 54: 314 – 324.
- Papa, J. C.; Tuesca, D.; Ponsa, J.C. y 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. CD Actas XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Código M-53 Resumen numero 227: 9 pag.
- Pop, M.; Sand, C.; Barbu, H.; Balan, M.; Grusea, A.; Boeriu, H.; Popa, A. 2010.** Correlations between productivity elements in *Lolium perenne* L. Species for new varieties resistant todrought. Analele Universit iidin Oradea – Fascicula Biologie 27: 183 - 185.
- Scursoni, J. A.; 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.
- Steadman, K.; Crawford, A.; Gallagher, R. 2003.** Dormancy release in *Lolium rigidum* seeds is a function of thermalafter-ripening time and seed water content. Functional Plant Biology 30: 345 - 352.
- Taberner Palou, A. 1996.** Biología de *Lolium rigidum* Gaud. Como planta infestante del cultivo de cebada. Aplicación al establecimiento de métodos de control. Tesis doctoral. 86 pp.
- Terrell, E. 1968.** A taxonomic revision of the genus *Lolium*. Washington. USDA. 65 pp.
- Thorogood, D.; Hayward, D. (1991).** The genetic control of self-compatibility in aninbred line of *Lolium perenne* L. Heredity 67: 175 – 181.

- USDA (2017).** Plan Data Base. *Lolium perenne* L. ssp. *multiflorum* (Lam.) Husnot Italian ryegrass. Home / Profile Page / Data Source and Documentation for *Lolium perenne* L. ssp. *multiflorum* (Lam.) Husnot .<https://plants.usda.gov/java/reference?symbol=LOPEM2>.
- Ustarroz, D.; Mazzini, P.; Rainero, H. 2012.** Avances en el manejo de *Cynodon hirsutus* resistente a glifosato. Cartilla Digital INTA Manfredi. Disponible en: www.inta.gov.ar. Último acceso: 15/06/17.
- Vigna, M. y López, R. 2004.** Malezas. En: Manual Técnico de Trigo. Pag: 24 - 27. Editado por Bayer CropScience.
- Vigna, M.R.; López, R. L.; Gigón, R. y Mendoza, J. 2008.** Estudios de curvas dosis-respuesta de poblaciones de *Lolium multiflorum* a glifosato en el SO de Buenos Aires, Argentina. Actas XVIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) y XXVI Congreso Brasileiro da Ciencia das Plantas Daninhas (SBCPD). Actas en CD.
- Vigna, M. R., López, R. L., Gigón, R. 2011^a.** Resistencia de *Lolium multiflorum* L. a Diclofop-metil en el SO de Buenos Aires, Argentina. Actas XX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), 9 pp. Actas del Congreso en CD Viña del Mar – Chile.
- Vigna, M. R., López, R. L., Gigón, R. 2011^b.** Evaluación de la técnica del doble golpe para el control de poblaciones de *Lolium multiflorum* en el SO de Buenos Aires. Actas XX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) trabajo N° 56: pag 399 - 409. Actas del Congreso en CD. Viña del Mar – Chile.
- Yannicari, M.; Acciaresi, A. 2013.** Perennial weeds in Argentinean cropsystems: biological and ecological characteristics and basis for a rational weed management. En: "Agricultural Research Updates Vol. 5." Gorawala, P.; Mandhatri, S. (Eds.). Nueva York. Nova Science Publishers. 176 pp.
- Yannicari, M.; Istilart, C.; Giménez, D. 2009.** Evaluación de la resistencia a glifosato de una población de *Lolium perenne* L. del sur de la provincia de Buenos Aires. II Congreso Iberoamericano de Ciencias de las Malezas. Lisboa – Portugal. Volumen II: 521 - 524.
- Yannicari, M.; Istilart, C.; Giménez, D.; Castro A. 2015.** In heritage of glyphosate resistance in *Lolium perenne* and hybrids with *Lolium multiflorum*. CropProtection 71: 72 - 78.
- Yannicari, M.; Istilart, C.; Giménez, D.; Castro, A. 2012.** Glyphosate resistance in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) from Argentina. CropProtection 32: 12 - 16.
- Yannicari, M.; Vila-Aiub, M.; Istilart, C.; Acciaresi, H.; Castro, A. 2016.** Glyphosate Resistance in Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) is Associated with a Fitness Penalty. Weed Science 64: 71 - 79.