



Facultad de  
Ciencias Agrarias  
y Forestales



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA

**Trabajo Final**

**Carrera Ingeniería Agronómica**

**Evaluación de alternativas de control químico  
para el manejo de *Lolium spp.* resistente a  
múltiples herbicidas en trigo duro.**

**Modalidad: Trabajo de Investigación**

**Alumno: Langoni, Santiago**

**Legajo: Nº 28088/5**

**DNI: 40.065.625**

**Teléfono/Celular: 2983-543881**

**Correo electrónico: [santiagolangoni4@gmail.com](mailto:santiagolangoni4@gmail.com)**

**Director: Dr. Marcos Yannicari**

**Co-director: Dr. Eduardo Tambussi**

## Resumen

Desde hace más de una década en el sur de la provincia de Buenos Aires se confirmó la resistencia a glifosato y otros herbicidas en poblaciones de *Lolium spp.* Esto ha dificultado el manejo de malezas en cereales de invierno, donde el trigo duro constituye una alternativa de producción en los sistemas de la zona. Ante este panorama, los estudios que contribuyan a evaluar posibles tratamientos de control resultan de relevancia. En un experimento de campo se evaluaron distintas estrategias de control químico de *Lolium spp.* resistente a glifosato, aplicado en pre-emergencia y post-emergencia del cultivo de trigo duro. En tratamientos de pre-emergencia, la utilización de terbutrina y trifluralina + flurocloridona mostró selectividad hacia el cultivo pero no fue satisfactorio el control de la maleza. En el caso de la mezcla de pyroxasulfone y flumioxazin se observó alta fitotoxicidad hacia el cultivo asociado a las bajas temperaturas y la incidencia de precipitaciones que habrían exacerbado la biodisponibilidad de los herbicidas, sin embargo el control de *Lolium spp.* resultó altamente eficaz. El uso de iodosulfuron-mesosulfuron+metsulfuron en post-emergencia, resultó selectivo hacia el cultivo de trigo duro y eficaz en el control de *Lolium spp.* Los resultados ponen de relieve el rol del control químico dentro de un manejo integrado de malezas, destacando las ventajas de control y riesgos de fitotoxicidad o escapes de malezas resistentes, asociados al uso de herbicidas de diferentes modos de acción en pre- y post-emergencia

## Introducción

El trigo duro o candeal (*Triticum turgidum*, spp. *Durum* L.) es una especie anual monocotiledónea, perteneciente a la familia de las Poaceas ('gramíneas') que fue introducida en Argentina por inmigrantes italianos en la década de 1920 (Molfese et al., 2017). Junto al trigo pan (*Triticum aestivum* L.) tiene gran importancia para la alimentación animal y humana; razón por la cual en los últimos años tanto la superficie como la producción han ido en aumento. En este sentido, en la última década el trigo fue el cereal más cultivado en el ámbito global, representando 730,5 millones de toneladas en el período 2018/2019 (USDA, 2019).

La producción nacional de trigo de la última campaña se ubicó en 18,8 millones de toneladas, mientras que la superficie fue de 6,6 millones de hectáreas, con un rinde promedio de 2920 kg ha<sup>-1</sup>. Esta superficie representa un 23,3% más que el promedio de los últimos cinco años (Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 2020). Actualmente, la principal región productora de trigo duro comprende el sur de la provincia de Buenos Aires donde se genera el 85% de la producción nacional (Seghezzo, 2015). De la molienda de trigo candeal, se obtienen sémolas de una granulometría mucho mayor a la de las harinas provenientes del trigo pan. Dichas sémolas son la base para la elaboración de pastas, de allí la importancia del cultivo en la elaboración de alimentos (MAGyP, 2011).

### Las malezas en el cultivo de trigo

Las malezas son aquellas plantas que interfieren con la actividad humana en áreas cultivables y no cultivables (Labrada y Parker, 1996). La interferencia generada por las malezas es considerada una de las limitantes de la producción trigo (Acciaresi et al., 2014). Este cultivo ha mostrado pérdidas de alrededor del 50% en rendimiento en grano por efecto de competencia por nitrógeno y una reducción similar en la producción de biomasa aérea total, producto de la interferencia con malezas (Iqbal y Wright, 1997).

La comunidad de malezas en un cultivo es el resultado de una serie de factores interrelacionados. Tanto las especies presentes como la abundancia de cada una, dependen de las infestaciones de los años precedentes, del manejo histórico y actual del lote, como de las condiciones climáticas (Leguizamón y Puricelli, 2004; Scursoni et al., 2014).

Según Leguizamón y Puricelli (2004) el cultivo de trigo es más sensible a la competencia durante los primeros estadios de la elongación del tallo, momento en que la tasa de crecimiento es máxima. Sin embargo, la mayoría de las poblaciones de malezas deben controlarse en forma anticipada a este

momento, para evitar el efecto competitivo. En tal sentido, el vigor inicial de los genotipos de trigo sería un importante carácter de impacto en la interacción cultivo-maleza favoreciendo la habilidad competitiva del trigo (Coleman et al., 2001; Maydup et al., 2012).

Entre las especies dicotiledóneas que comúnmente interfieren con cereales de invierno se destacan: *Ammi majus* L., *Bowlesia incana* Ruíz & Pavón, *Brassica rapa* L., *Carduus acanthoides* L., *Lamium amplexicaule* L., *Polygonum aviculare* L., *Polygonum convolvulus* L., *Raphanus sativus* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Veronica arvensis* L., *Viola arvensis* Murray, entre otras (Leguizamón y Puricelli, 2004; Scursioni et al., 2014). Entre las principales malezas del cultivo de trigo, el complejo 'ryegrass' (*Lolium perenne* L. y *Lolium multiflorum* Lam.) se ha encontrado interfiriendo con el cultivo en más de la mitad de los lotes del sur bonaerense, así como en otras partes del mundo (Zimdahl, 1996; Istilart y Yanniccari, 2012).

A causa de la implementación de la siembra directa, la escasa rotación y la producción desarrollada sobre suelos menos aptos, se ha generado un incremento en el uso de herbicidas, especialmente de glifosato. Este principio activo se ha empleado para el control de malezas en barbecho, previo a la siembra de trigo, garantizando la implantación del cultivo sin la interferencia de malezas establecidas previamente. En tal sentido, los herbicidas son considerados el método más sencillo y eficaz para el manejo de malezas (Johnson et al., 2009).

Debido a la plasticidad de las especies naturalizadas del género *Lolium*, ampliamente, adaptadas a los agroecosistemas del sur de la provincia de Buenos Aires, y el continuo uso de glifosato, se ha generado una presión de selección que condujo al incremento de la frecuencia de individuos de baja sensibilidad al herbicida que se ha manifestado en la evolución de poblaciones resistentes. Luego de la resistencia a glifosato, se registró la aparición de nuevos casos de resistencia a herbicidas inhibidores de la acetolactato sintetasa (ALS), enzima que participa en la síntesis de aminoácidos esenciales (valina, leucina e isoleucina), y resistencia a herbicidas inhibidores de la acetil-CoA carboxilasa (ACCase), enzima clave en la síntesis de lípidos (Diez de

Ulzurrún y Leaden, 2012; Gigón y Yanniccari, 2018; Yanniccari y Gigón, 2020). Fue por eso que ha surgido la necesidad de explorar la incorporación de herbicidas con otros modos de acción para el manejo de malezas en trigo.

### *Lolium spp.* como malezas de cereales de invierno

Dentro del género *Lolium*, se distinguen claramente dos grupos basados en caracteres morfológicos y fenológicos. Un grupo, comprende dos especies autógamas, es decir, capaces de dar descendencia por autofecundación: *L. temulentum* y *L. persicum*; mientras que las especies de polinización cruzada o alógamas constituyen el otro grupo: *L. perenne*, *L. rigidum* y *L. multiflorum* (Loos, 1993).

*L. multiflorum* es una especie muy difundida en la Argentina que se encuentra naturalizada en la pampa húmeda, patagonia, y mesopotamia. Por otra parte, muy asociada a ella en determinadas regiones, y posiblemente formando numerosas hibridaciones espontáneas, se encuentra *L. perenne* (Vigna et al., 2011).

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), presentando un ciclo otoño-invierno-primaveral. “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). Al comenzar la fase de 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 de crecimiento aumenta (Yanniccari y Acciaresi, 2013).

Por su adaptabilidad y calidad forrajera, esta dispersión ha permitido hacer uso de *L. multiflorum* como verdeo de invierno para la alimentación del ganado vacuno en diversos países. Del mismo modo puede entenderse a *L. perenne* como una especie participante de pasturas consociadas. Dicha adaptabilidad permitió, en Argentina, que ambas fueran reconocidas como

especies espontáneas en la provincia de Buenos Aires (Cabrera y Zardini, 1978).

Sin embargo, paralelamente en los sistemas agrícolas del sur de la provincia de Buenos Aires, el complejo *Lolium spp.* se ha transformado en un importante grupo de malezas y, como se citó previamente, ha sido relevado con elevada frecuencia en cultivos invernales, especialmente en trigo (Satorre y Slafer, 1999; Scursioni et al., 2014).

### Resistencia a herbicidas

A pesar de la disponibilidad de herbicidas, no ha sido posible erradicar a las malezas, sino que, por el contrario, involuntariamente se seleccionaron malezas tolerantes y/o resistentes a algunos principios activos (Papa, 2009). Algunas características propias de *L. perenne* y *L. multiflorum* como son la alogamia, la alta producción de semillas, la baja longevidad de las semillas en el suelo, explicarían la rapidez con que evoluciona la resistencia a herbicidas (Powles y Yu, 2010).

La Sociedad Americana para el Combate de Malezas (*Weed Science Society of America*, WSSA) define la resistencia a herbicidas como “la habilidad inherente de una planta de sobrevivir y reproducirse después de estar expuesta a una dosis de herbicida que normalmente resulta letal al tipo silvestre” (WSSA, 1998).

El masivo uso de herbicidas ha provocado efectos negativos en los agroecosistemas, conduciendo a la reducción de la biodiversidad en suelos cultivados, cambios en las comunidades de malezas y una rápida evolución de biotipos resistentes (Owen, 2008).

A nivel mundial, *L. rigidum* es la especie que ha evolucionado presentando el mayor número de casos de resistencia a herbicidas de diferentes modos de acción (Heap, 2021). En el año 2008, Vigna *et al.* (2008) comunicaron la resistencia a glifosato de poblaciones espontáneas de *L. multiflorum*. En la misma región, la resistencia a glifosato de *L. perenne* fue documentada en el año 2009 (Yanniccari et al., 2009)

El glifosato actúa como fitotóxico al interferir con la enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintasa (EPSPs), responsable de catalizar la reacción entre el shikimato-3-fosfato y el fosfoenolpiruvato (PEP) (Schönbrunn et al., 2001). La inhibición de la enzima blanco se produce mediante la competencia del glifosato con el PEP por el sitio de unión a la EPSPs, esto se traduce en la acumulación de ácido shikímico (Pline et al., 2002). Como resultado de las alteraciones provocadas por el herbicida se inhibe la biosíntesis de triptófano, tirosina y fenilalanina (aminoácidos aromáticos), se detiene el crecimiento y cae la fijación de CO<sub>2</sub>, estimulando el estrés oxidativo (Yanniccari et al., 2012).

Ante la resistencia a glifosato durante el barbecho previo a la siembra de cereales de invierno, se incrementó la presión de uso de otros herbicidas inhibidores de la ACCasa y ALS con la finalidad de controlar las plantas sobrevivientes de *Lolium spp.* dentro del cultivo de trigo o cebada (Yanniccari et al., 2020). Sin embargo, como se indicó antes, se ha comunicado la presencia de poblaciones de *Lolium spp.* resistentes a herbicidas de ambos modos de acción (Yanniccari y Gigón, 2020; Yanniccari et al., 2020).

Actualmente el manejo de *L. multiflorum* o *L. perenne* resistentes a herbicidas en barbechos se basa en la aplicación de graminicidas solos (e.g. cletodim, haloxifop) o en mezcla con glifosato (López et al., 2008, Istilart y Yanniccari 2011b); en tanto, en post-emergencia del cultivo de trigo y cebada, para el control de estas malezas, no se hallan registrados otros herbicidas que no sean inhibidores de ACCasa o ALS (Guía de Productos Fitosanitarios 2017/2019).

No obstante, la posibilidad de emplear productos pre-emergentes (i.e. aplicados luego de la siembra pero antes de la emergencia del cultivo y la maleza) abren la posibilidad de utilizar principios activos de otros modos de acción diferentes a los que se ha comunicado resistencia. En este contexto se desarrolló el presente trabajo final de carrera.

## **Hipótesis**

Existen alternativas al glifosato de control químico pre y post-emergentes para el manejo de *Lolium spp.* en el cultivo de trigo duro.

## **Objetivo general**

Evaluar el efecto de diferentes herbicidas empleados tanto en pre-emergencia como post-emergencia para el control de malezas y su selectividad hacia el cultivo de trigo duro.

## **Objetivos específicos**

- Estudiar el efecto de diferentes productos fitosanitarios sobre el control de *Lolium perenne* resistente a múltiples herbicidas.
- Analizar la selectividad de los diferentes productos sobre el cultivo de trigo duro.
- Determinar el efecto de diferentes herbicidas sobre la emergencia de *L. perenne*. Complementariamente se analizara el efecto de control de malezas dicotiledóneas.

## **Materiales y Métodos**

Para cumplir con los objetivos señalados, se realizó un experimento de campo en la Chacra Experimental Integrada Barrow (MDA-INTA), en el partido de Tres Arroyos (Pcia. de Buenos Aires), en un lote de suelo Argiudol petrocálcico. Allí se encuentra una población naturalizada de *Lolium perenne* resistente a herbicidas inhibidores de ACCasa y ALS y se conoce que a partir del banco de semillas de *L. perenne*, en el sitio se llegan a establecer entre 300 y 400 plantas de la maleza por m<sup>2</sup>.



A principios del mes de junio se realizó la siembra de trigo duro (variedad Bonaerense INTA Quillén, la cual ha sido obtenida en la CEI Barrow. Se caracteriza por su destacado rendimiento y destacada calidad industrial) sobre un sector donde 30 días antes, en barbecho, se efectuó un control de las malezas establecidas mediante glifosato 1000 (g e. a. ha<sup>-1</sup>) + cletodim (160 g i. a. ha<sup>-1</sup>). Se empleó la tecnología habitualmente usada en la zona para lograr 250 plantas de trigo por m<sup>2</sup>. La siembra se realizó bajo el sistema de labranza cero, fertilizando simultáneamente con 80 kg de fosfato diamónico por hectárea. Posteriormente, el cultivo se fertilizó con 125 kg de urea por hectárea en pleno macollaje.

Empleando un diseño experimental en bloques completos al azar y estableciendo parcelas de 2 m de ancho y 6 m de largo como unidad experimental, se aplicaron los tratamientos descritos a continuación:

- 1- **Testigo:** Sin aplicación de herbicidas.
- 2- **Terbutrina:** Aplicación de terbutrina (Suspensión concentrada 50%) (1200 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). En pre-emergencia del cultivo.
- 3- **Trifluralina + flurocloridona:** Aplicación de trifluralina (Concentrado Emulsionable 48%) (1500 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), flurocloridona (Concentrado Emulsionable 25%) (1500 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). En pre-emergencia del cultivo.
- 4- **Metribuzin + clorimuron:** Aplicación de metribuzin (Suspensión concentrada 48%) (400 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) + clorimuron (Granulado Dispersable 25%) (20 g ha<sup>-1</sup>). En post-emergencia del cultivo.
- 5- **Iodosulfuron-mesosulfuron + metsulfuron:** Aplicación de iodosulfuron + mesosulfuron (Suspensión concentrada en base aceite 5%+0,78%) (Hussar®, 240 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) + metsulfuron (Granulado Dispersable 60%) (5 g ha<sup>-1</sup>). En post-emergencia del cultivo.
- 6- **Pyroxasulfone + flumioxazin:** Aplicación de pyroxasulfone (Granulado Dispersable 85%) (120 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), flumioxazin (Suspensión concentrada 48%) (120 cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). En pre-emergencia del cultivo.

Seis días después de la siembra se realizaron las aplicaciones de los tratamientos de pre-emergencia y en el estadio de Z2.1 (aparición del primer macollo) de la escala de Zadoks (Zadoks et al, 1974), se aplicaron los tratamientos post-emergentes.

Las aplicaciones de pre-emergentes se realizaron el 7 de junio de 2019, una vez sembrado el cultivo (1 de junio) y antes de la emergencia del trigo y la maleza. En ese momento las condiciones ambientales fueron: velocidad del viento= 6 km h<sup>-1</sup> de, humedad relativa = 59% de y temperatura ambiente = 13°C. En tanto, los tratamientos post-emergentes se efectuaron el 23 de julio de 2019, cuando el cultivo se encontraba en el comienzo de macollaje (Z 2.1-2.3) y la maleza presentaba tres hojas expandidas. Las condiciones ambientales al momento de la aplicación de los post-emergentes fueron: velocidad del viento no detectable, humedad relativa = 30,4% y temperatura ambiente = 13,7°C.

En todos los tratamientos fitosanitarios se empleó un pulverizador experimental de precisión, de presión constante mediante CO<sub>2</sub> comprimido, provisto de pastillas tipo abanico plano (Teejet 11002) y calibrado para erogar un volumen constante de 145 L ha<sup>-1</sup>. Todos los tratamientos post-emergentes incluyeron alcohol etoxilado como coadyuvante (0,2% respecto al volumen de caldo).

### Determinaciones

En distintos momentos desde la realización de los tratamientos se llevaron a cabo las siguientes evaluaciones:

- **Estimación de control de la maleza:** mediante observaciones comparativas (relativas al tratamiento testigo), se realizaron estimaciones visuales de control de la maleza (% del testigo).

- **Densidad de la maleza:** empleando un marco de 0,25 m<sup>2</sup> dispuesto al azar en cada parcela, se determinó la densidad de plántulas de *Lolium spp.* luego de 46 días desde la aplicación de los tratamientos pre-emergentes.
- **Estimación de fitotoxicidad sobre el cultivo:** se empleó la escala de EWRS de 1 a 9: donde “1” representa plantas sin daños evidentes y “9” plantas con destrucción total (según Kroschel, 2001).
- **Rendimiento:** una vez alcanzada la madurez de cosecha, se tomaron muestras de todas las espigas de 2 m lineales de los dos surcos centrales de cada unidad experimental. Los granos de cada muestra se extrajeron mediante una trilladora estática y se determinó el peso de mil granos empleando un contador automático (Pfeuffer GMBH, Kitzingen, Alemania) y balanza analítica. Finalmente, se estimó el rendimiento en grano ajustado al porcentaje de humedad del grano (14%).

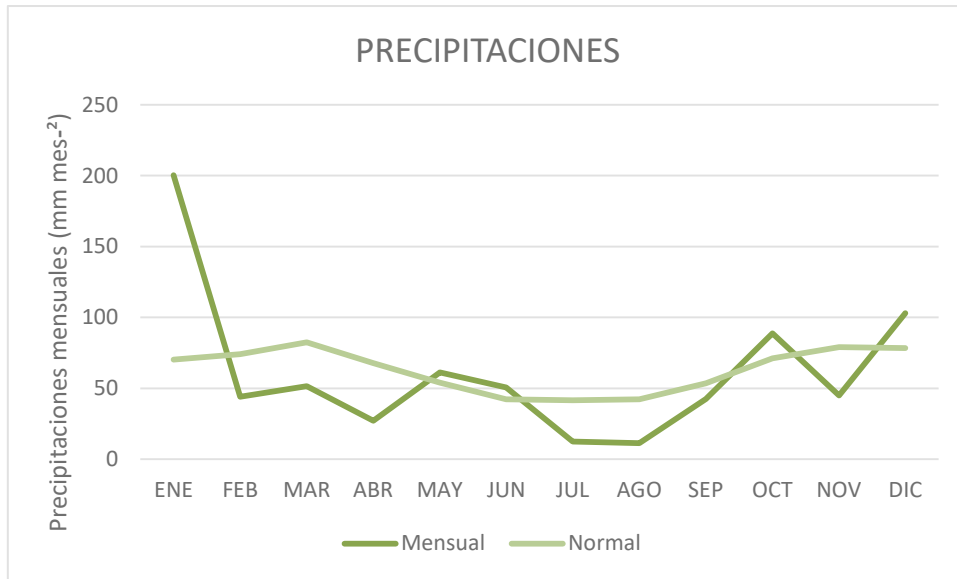
### Análisis estadístico

Los datos se sometieron a análisis de la varianza y se realizó la prueba de diferencias mínimas significativas de Fisher (5%) para el contraste de medias.

También se realizó un análisis de contrastes ortogonales comparando los tratamientos pre-emergentes (2, 3, 6) y los post-emergentes (4, 5) respecto a las variables medidas. Para todos los análisis indicados se empleó el paquete estadístico InfoStat®.

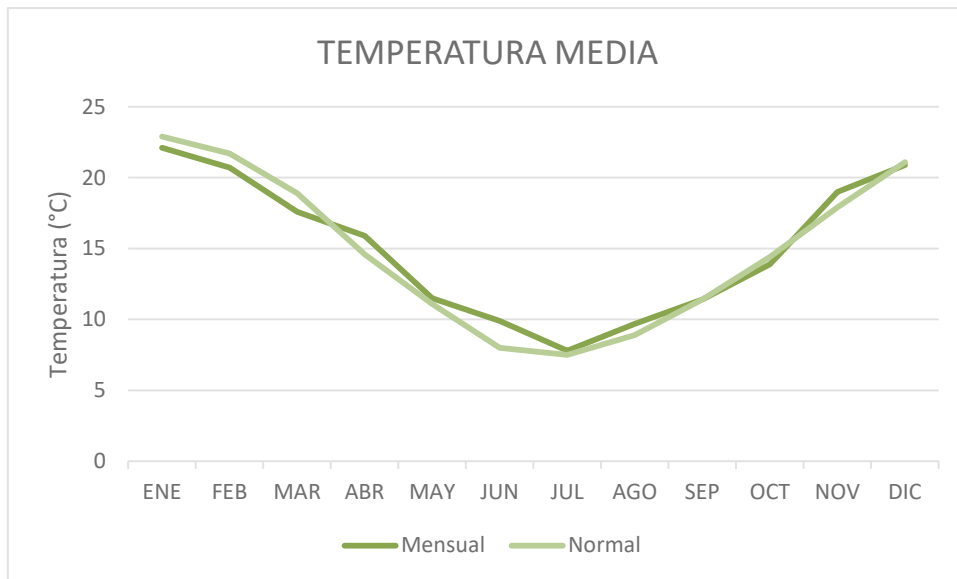
### **Resultados y discusión**

Según los registros pluviométricos de la Chacra Experimental Integrada Barrow (Borda, 2020), el año 2019 ha sido menos lluvioso de lo normal. Si bien en los meses de enero, diciembre y octubre la pluviometría fue mayor a lo normal, en el resto de los meses no se alcanzaron los valores del promedio histórico (1938-2018) (Figura 1). El número de días con lluvia para tal año fue de 79, mientras que el promedio histórico es de 94.

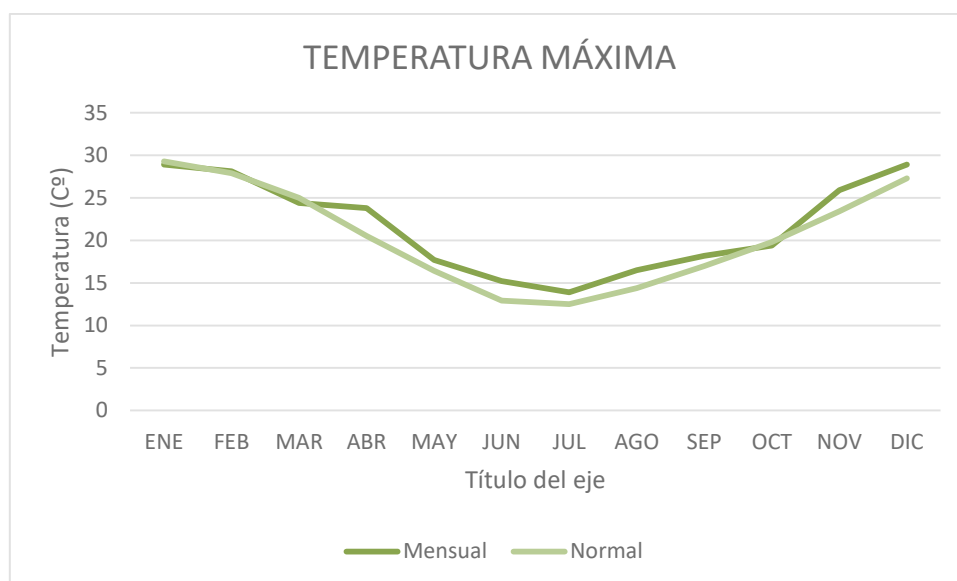


**Figura 1.** Precipitaciones mensuales (mm) del año 2019 en comparación al promedio histórico (1938-2018). Tomado de Borda (2020).

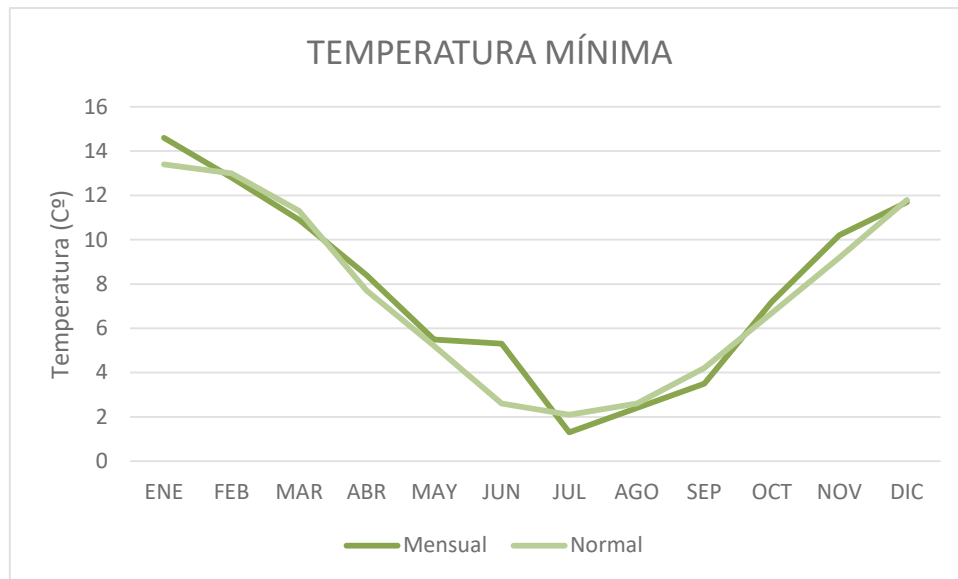
Con respecto a las temperaturas, se observó un otoño y primavera con registros térmicos elevados y un invierno con bajas temperaturas comparado a los valores histórico (Figura 2). Las temperaturas máximas fueron sensiblemente superiores a lo normal principalmente de abril a diciembre (Figura 3). En cuanto a las temperaturas mínimas, los valores registrados en 2019 fueron también cercanos al promedio histórico, excepto en junio y noviembre (Figura 4).



**Figura 2.** Temperaturas medias mensuales del año 2019 en comparación al promedio histórico (1938-2018). Tomado de Borda (2020).



**Figura 3.** Temperaturas máximas del año 2019 en comparación al promedio histórico (1938-2018). Tomado de Borda (2020).



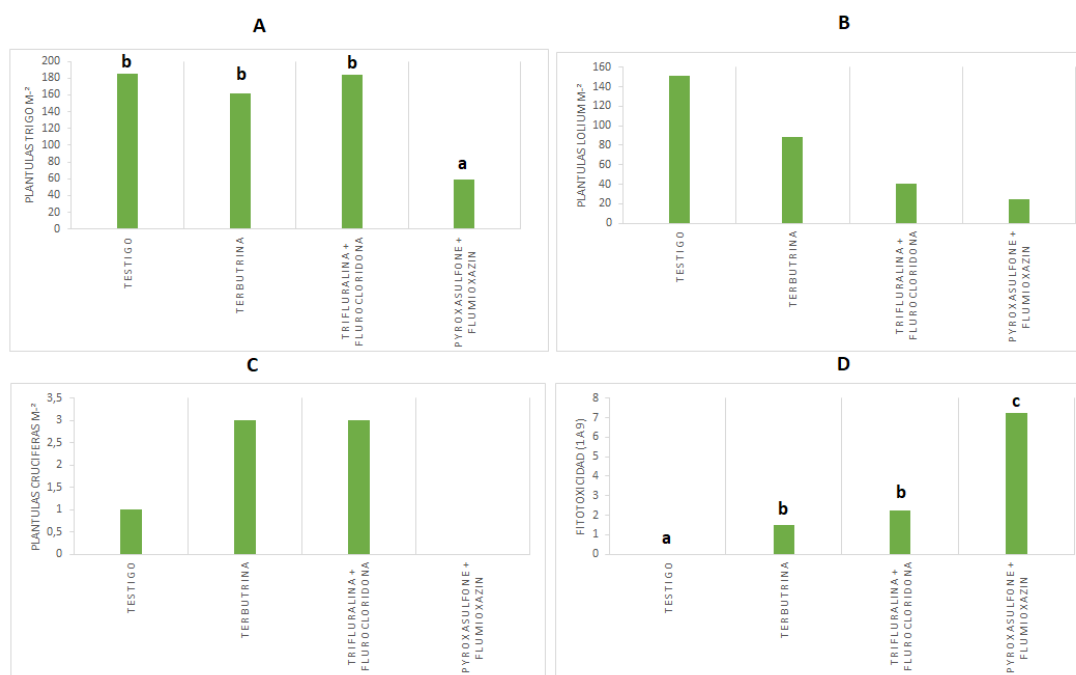
**Figura 4.** Temperaturas mínimas del año 2019 en comparación al promedio histórico (1938-2018). Tomado de Borda (2020).

*Efecto de los tratamientos pre-emergentes sobre la emergencia del cultivo y la maleza*

A partir de los análisis de la varianza, se encontró que los tratamientos evaluados mostraron diferencias significativas entre sí respecto a la cantidad de plantas por metro cuadrado de trigo ( $p < 0,05$ ) (Tabla 1). Esta diferencia pudo deberse a un atraso en la emergencia, es decir, que las plántulas del cultivo se hayan encontrado vivas pero sin haber emergido en esta primera evaluación, este efecto se atribuiría a la acción de los herbicidas en el retraso de la tasa de crecimiento (Figura 5).

**Tabla 1.** Valores de probabilidad obtenidos en los análisis de la varianza asociados al efecto de los tratamientos pre-emergentes sobre las variables estudiadas luego de 53 días desde la siembra (23/07/2019).

Variable	P-Valor
Plantas trigo.m <sup>-2</sup>	0,0011
Plantas de <i>Lolium spp.</i> m <sup>-2</sup>	0,0986
Plantas de crucíferas.m <sup>-2</sup>	0,3945
Fitotoxicidad	<0,0001

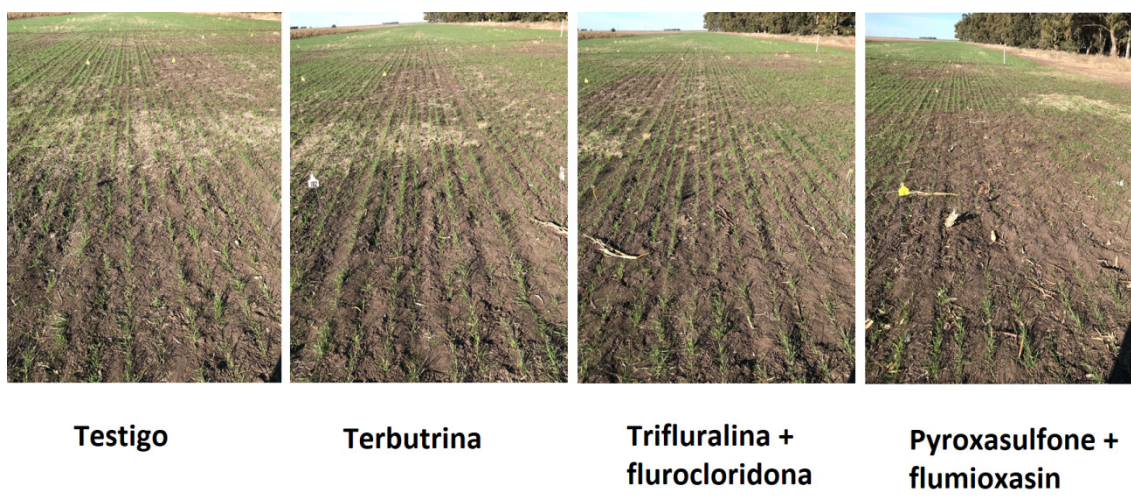


**Figura 5.** Efecto provocado por cada uno de los tratamientos pre-emergentes sobre la densidad de plántulas de trigo duro, densidad de plántulas de *Lolium spp.* y de crucíferas y fitotoxicidad sobre el cultivo (escala 1 a 9, EWRS) (paneles A, B, C y D respectivamente). Las barras representan los valores promedio. Letras distintas indican diferencias significativas (P<0,05).

También se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en relación a la fitotoxicidad provocada sobre el cultivo (p<0,05). Los tratamientos

que afectaron a las plántulas de trigo duro en menor medida fueron aquellos que incluyeron terbutrina y trifluralina + flurocloridona, diferenciándose de pyroxasulfone + flumioxazin, que provocó los mayores niveles de fitotoxicidad. La diferencia en este caso pudo deberse a que el cultivo fue implantado previo a la fecha óptima de siembra, la cual se ubica luego del 15 de Julio, y el cultivo resultaría sometido a un ambiente extremo, exacerbado por las bajas temperaturas del año 2019, que habría limitado la capacidad de detoxificación y por ende, su tolerancia a herbicidas.

Por último, en relación a las plantas de *Lolium spp.* m<sup>-2</sup> y de crucíferas m<sup>-2</sup> no se hallaron diferencias de significancia estadística respecto al testigo sin herbicida ( $p > 0,05$ ). Por lo tanto, en una primera evaluación de los tratamientos pre-emergentes no se puso en evidencia el efecto de estos herbicidas en la inhibición de la emergencia de las malezas debido al reducido número de nacimientos de malezas, incluso en las parcelas testigo (Figura 5 y 6). Esto se asoció a las bajas temperaturas del período comprendido entre la aplicación y la primera evaluación.



**Figura 6.** Fotografías del ensayo mostrando efecto de herbicidas sobre el control de *Lolium spp.* en preemergencia, luego de 45 días desde la aplicación de cada tratamiento. Nótese la escasa diferencia entre tratamientos en el control de *Lolium*.

Efecto de los tratamientos durante el período de macollaje del cultivo: control de la maleza y fitotoxicidad hacia el trigo



Producto de las evaluaciones en el período de macollaje del cultivo (30 de agosto), el análisis de contrastes entre tratamientos pre- y post-emergentes, mostró diferencias entre ambos con respecto a la fitotoxicidad provocada sobre el cultivo ( $p < 0,05$ ), no observándose efectos en plantas de trigo  $m^{-2}$ , *Lolium spp.*  $m^{-2}$ , plantas crucíferas  $m^{-2}$  ni en control de la maleza. La diferencia en la fitotoxicidad, se asoció a la acción de pyroxasulfone + flumioxazin (T6), tratamiento pre-emergente que demostró generar un alto impacto para el cultivo en las condiciones del experimento.

**Tabla 2.** Valores de las pruebas de contrastes ortogonales aplicados para probar el efecto de los tratamientos pre y post-emergentes sobre las variables estudiadas luego de 93 días desde la siembra (30/08/2019).

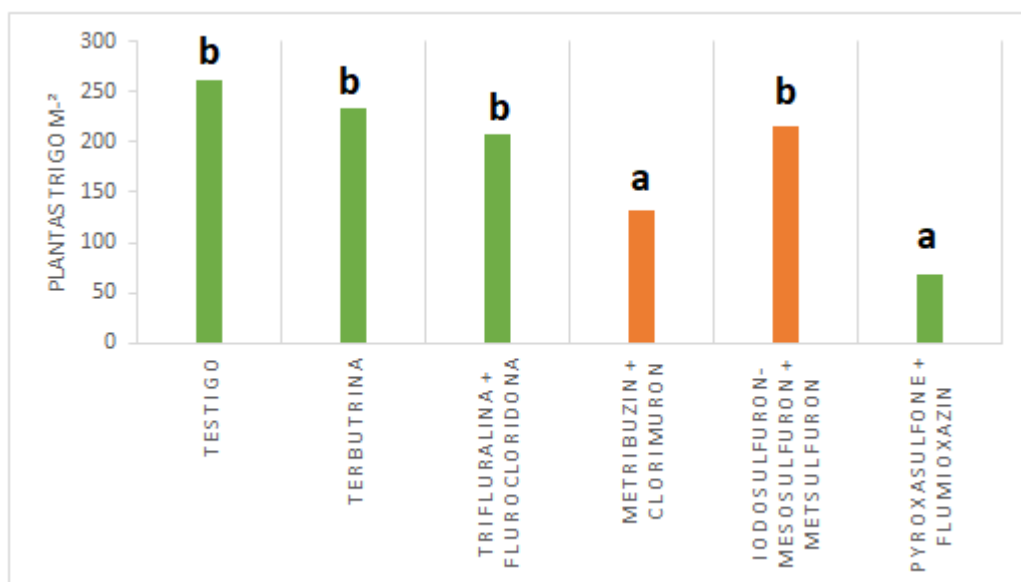
<b>Variable</b>	<b>P-Valor</b>
Plantas trigo. $m^{-2}$	0,8496
Plantas de <i>Lolium spp.</i> $m^{-2}$	0,0696
Plantas de crucíferas. $m^{-2}$	>0,9999
Fitotoxicidad	0,0217
Control de maleza	0,7214

Partiendo del análisis de la varianza, pueden apreciarse efectos significativos ( $p < 0,05$ ) de los tratamientos sobre el número de plantas de trigo.  $m^{-2}$ , *Lolium spp.*  $m^{-2}$ , fitotoxicidad y control (Tabla 3).

**Tabla 3.** Valores de probabilidad obtenidos en los análisis de la varianza asociados al efecto de los tratamientos pre y post-emergentes sobre las variables estudiadas luego de 93 días desde la siembra (30/08/2019).

Variable	P-Valor
Plantas trigo.m <sup>-2</sup>	0,0011
Plantas de <i>Lolium spp.</i> m <sup>-2</sup>	0,0315
Plantas de crucíferas. m <sup>-2</sup>	0,4457
Fitotoxicidad	<0,0001
Control de maleza	<0,0001

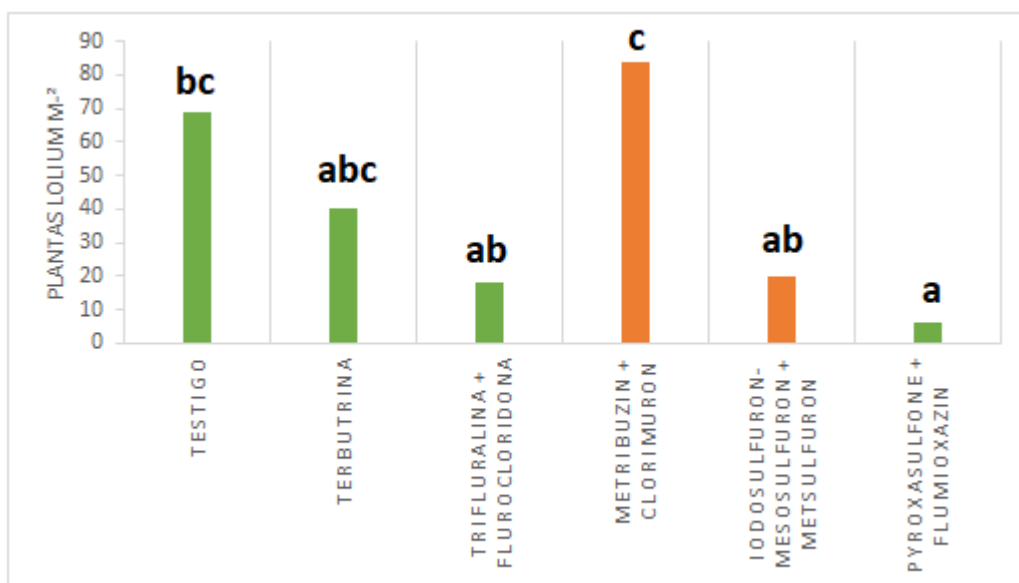
Considerando el número de plantas de trigo por metro cuadrado, los tratamientos 4 y 6 presentaron diferencias frente al resto (Figura 7). En relación al tratamiento 6 (pyroxasulfone + flumioxazin), puede señalarse que no sólo se ha visto afectado el *stand* de plantas (asociado a la fitotoxicidad) sino también el tiempo de emergencia de las mismas.



**Figura 7.** Plantas por metro cuadrado de trigo determinadas en parcelas sometidas a cada tratamiento. Se señalan los diferentes tratamientos pre- y post-emergentes (barras verdes y

naranjas, respectivamente). Las barras representan los valores promedio. Letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). Evaluaciones efectuadas el 30/08/2019

En cuanto a la cantidad de plantas de *Lolium spp.*  $m^{-2}$ , el tratamiento con pyroxasulfone + flumioxazin (T6), presentó un mayor nivel de control con respecto al resto. Los tratamientos que incluyeron terbutrina (T2), trifluralina + flurocloridona (T3) y iodosulfuron-mesosulfuron + metsulfuron (T5) mostraron valores intermedios, mientras que el restante tratamiento de post-emergencia con metribuzin + clorimuron (T4) fue el que menos control ejerció sobre *Lolium spp.* (Figura 8).



**Figura 8.** Plantas por metro cuadrado de *Lolium spp.* para cada tratamiento. Se señalan los diferentes tratamientos pre- y post-emergentes (barras verdes y naranjas, respectivamente). Las barras representan los valores promedio. Letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). Evaluaciones efectuadas el 30/08/2019.

En el sentido del control, los tratamientos de mayor eficacia sobre *Lolium spp.* fueron aquellos que combinaron iodosulfuron-mesosulfuron + metsulfuron (T5) y pyroxasulfone + flumioxazin (T6). Estos tratamientos presentaron valores superiores al 85% de control, difiriendo significativamente de los restantes tratamientos donde no superaron dicho valor. Sin embargo, cuando se obtienen valores mayores al 70 % de control se puede asumir que el producto es comercialmente aceptable; en este caso la totalidad de los tratamientos superaron dicho umbral.



**Testigo**

**Metribuzin +  
clorimuron**

**Iodosulfuron-mesosulfuron  
+ Metsulfuron**

**Figura 9.** Estado de las parcelas tratadas con herbicidas post-emergentes y el testigo. Fecha: 25/10/2019. Nótese el menor porcentaje de malezas en las parcelas tratadas con iodosulfuron-mesosulfuron + metsulfuron

## Efecto de los tratamientos durante el período de encañazón del cultivo: control de la maleza y fitotoxicidad en el trigo

Como resultado del contraste ortogonal, se observó una diferencia en el nivel de fitotoxicidad entre los tratamientos pre y post-emergentes ( $p < 0,05$ ). Esta diferencia está gobernada principalmente por el tratamiento que incluye pyroxasulfone + flumioxazin (T6), el cual presentó altos niveles de fitotoxicidad para el cultivo de trigo, lo cual se corresponde con el bajo número de plantas  $m^{-2}$ , señalado previamente.



**Figura 10.** Fitotoxicidad (escala 1 a 9, EWRS) de los tratamientos con diversos herbicidas sobre el cultivo de trigo duro. Se señalan los diferentes tratamientos pre- y post-emergentes (barras verdes y naranjas, respectivamente). Las barras representan los valores promedio. Letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). La evaluación de fitotoxicidad fue realizada el 25/10/2019, 140 y 92 días después de la aplicación de los tratamientos pre y postemergentes respectivamente.

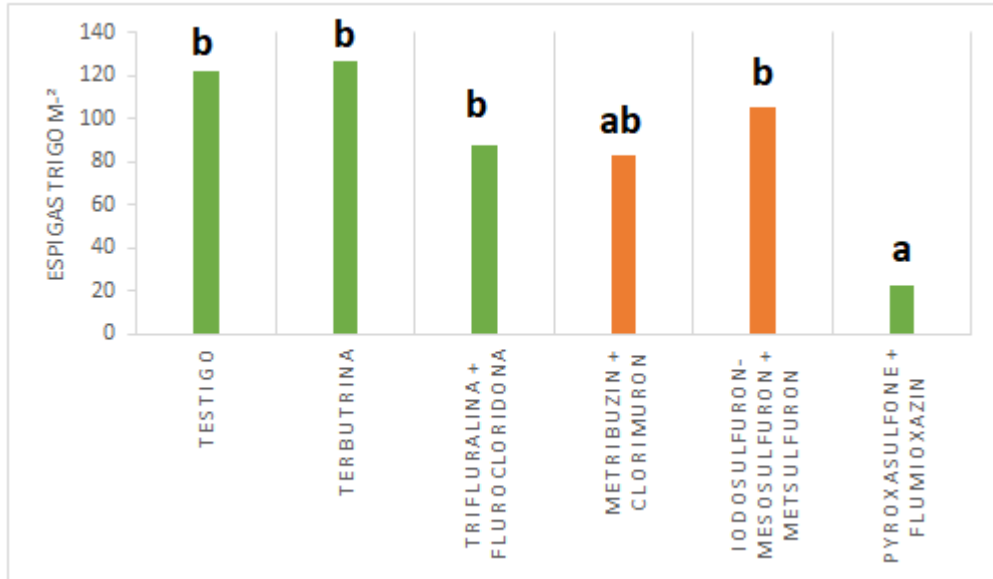
A partir del análisis de la varianza, se encontró que los tratamientos evaluados mostraron diferencias significativas entre sí ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4),

respecto a la cantidad de espigas  $m^{-2}$ , *Lolium spp.*  $m^{-2}$ , fitotoxicidad y grado de control.

**Tabla 4.** Valores de probabilidad obtenidos en los análisis de la varianza asociados al efecto de los tratamientos pre y post-emergentes sobre las variables estudiadas luego de 149 días desde la siembra (25/10/2019).

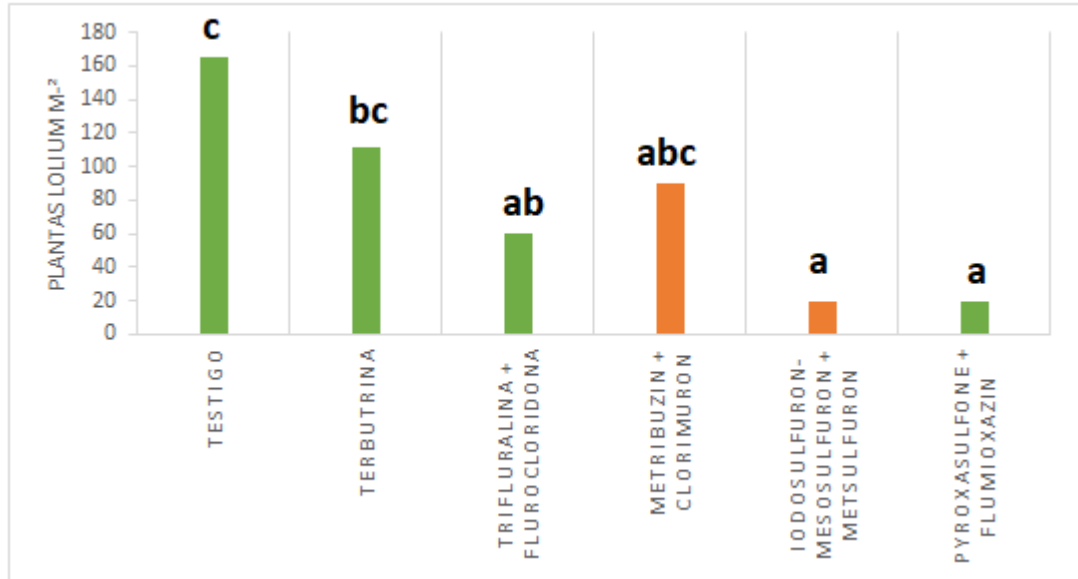
<b>Efecto tratamiento</b>	<b>P-Valor</b>
Espigas de trigo. $m^{-2}$	0,0079
Plantas de <i>Lolium spp.</i> $m^{-2}$	0,0190
Plantas de crucíferas. $m^{-2}$	0,1516
Fitotoxicidad	<0,0001
Control de maleza	<0,0001

Teniendo en cuenta el número de espigas por metro cuadrado, el tratamiento que combina pyroxasulfone + flumioxazin (T6) se asoció a valores menores (comparando con el resto de los tratamientos), consistente con la pérdida de plantas de trigo descripta anteriormente (Figura 11). El efecto del tratamiento en la pérdida inicial de plantas resultó tan elevado que no habría llegado a compensarse por un mayor macollaje, impactando en una caída en la densidad de espigas producidas.



**Figura 11.** Efecto de cada tratamiento sobre la densidad de espigas de trigo. Se señalan los diferentes tratamientos pre- y post-emergentes (barras verdes y naranjas, respectivamente). Las barras representan los valores promedio. Letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

En cuanto a la densidad de *Lolium spp*, en este estadio, pudo observarse un mayor control de la maleza por parte de los tratamientos con iodosulfuron-mesosulfuron + metsulfuron (T5) y pyroxasulfone + flumioxazin (T6) respecto a las demás alternativas que condujeron a controles menores al 60%. Los tratamientos de terbutrina (T2) y metribuzin + clorimuron (T4) fueron los menos eficaces sobre esta maleza (Figura 12).



**Figura 12.** Plantas por metro cuadrado de *Lolium spp.* en respuesta a cada tratamiento durante el estado de encañazón del cultivo (Z3.1). Se señalan los diferentes tratamientos pre- y post-emergentes (barras verdes y naranjas, respectivamente). Las barras representan los valores promedio. Letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

### Rendimiento del cultivo

El análisis de la varianza mostró que el componente del rendimiento peso de mil granos (PMG) del cultivo fue afectado significativamente por los tratamientos evaluados ( $P < 0,05$ ). Asimismo, los tratamientos afectaron negativa y significativamente el rendimiento de trigo duro ( $P < 0,05$ ) (Tabla 5).

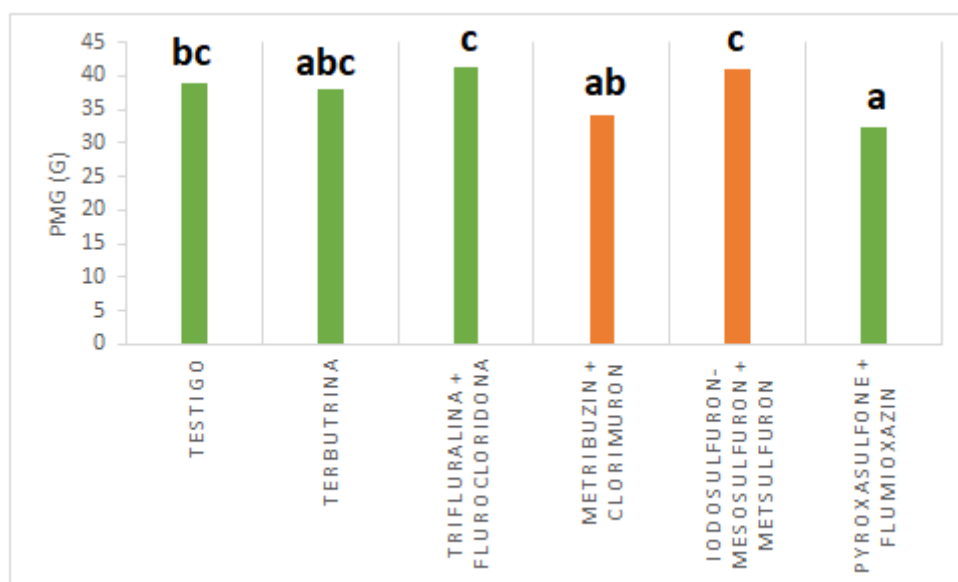
**Tabla 5.** Valores de probabilidad obtenidos en los análisis de la varianza asociados al efecto de los tratamientos pre y post-emergentes sobre el peso de mil granos (PMG) y rendimiento del cultivo.

Efecto tratamiento	P-Valor
--------------------	---------



PMG	0,0258
Rendimiento	0,0029

La variación hallada en este componente del rendimiento puede ser asociada a los herbicidas. Los tratamientos que combinan trifluralina + fluorecloridona (T3) y iodosulfuron-mesosulfuron + metsulfuron (T5) fueron los que se asociaron a las mayores respuestas en PMG. En el otro extremo se encuentra el tratamiento con pyroxasulfone + flumioxazin (T6), el cual condujo a un PMG relativamente inferior, pudiendo deberse a la fitotoxicidad causada por esta combinación (Figura 13). El valor promedio mínimo de PMG fue 32,38 g y el máximo fue 41,36 g.



**Figura 13.** Efecto de cada tratamiento sobre el peso de mil granos (PMG). Se señalan los diferentes tratamientos pre- y post-emergentes (barras verdes y naranjas, respectivamente). Las barras representan los valores promedio. Letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 6.** Valores de rendimiento promedio, expresados en kilogramos por hectárea, de los tratamientos pre y post-emergentes.

Tratamiento	Rendimiento (kg $ha^{-1}$ )	Significancia estadística
Testigo	1563	B
Terbutrina	1590	B
Trifluralina + flurocloridona	1525	B
Metribuzin + clorimuron	572	A
Iodosulfuron-mesosulfuron + metsulfuron	1920	B
Pyroxasulfone + flumioxazin	289	A

Como resultado de los tratamientos se observó una gran diferencia en los rendimientos del cultivo, donde T4 (metribuzin + clorimuron) y T6 (pyroxasulfone + flumioxazin) se correspondieron con la menor producción del cultivo de trigo duro. Esta diferencia se explica por la alta fitotoxicidad que el T6 provocó en el cultivo, afectando la densidad de plantas, el número de espigas por unidad de superficie, el PMG y consecuentemente el rendimiento. Sin embargo, con respecto al T4, el bajo rendimiento se asociaría no sólo a los efectos fitotóxicos del tratamiento sobre el cultivo si no también, debido a la poca efectividad en el control de *Lolium spp.*

Las condiciones de implantación a las que fue sometido el cultivo en este ensayo habrían extremado el daño de tratamientos pre-emergentes sobre el cultivo. En relación a las precipitaciones, dentro de los 10 días de realizada la aplicación de los pre-emergentes se registraron 70 mm de lluvias acumuladas que habrían garantizado la alta biodisponibilidad del herbicida y propiciando la absorción por el cultivo en emergencia. Sumado a esto, las temperaturas registradas durante el invierno resultaron más bajas respecto a los valores históricos, limitando la actividad metabólica para la detoxificación de herbicida mediada por glutatión S-transferasa. Finalmente, durante gran parte del ciclo del cultivo, las precipitaciones registradas fueron inferiores al promedio

histórico, contribuyendo al bajo rendimiento de las parcelas de todo el experimento.

Como se señaló antes, con la evolución de la problemática de raigras resistente a glifosato en el sur de la provincia de Buenos Aires, el uso de graminicidas (e. g. herbicidas inhibidores de la enzima acetil-CoA carboxilasa (ACCase) o de acetolactato sintetasa (ALS)) se ha incrementado, y con ello los riesgos de aparición de nuevos casos de resistencia a estos grupos de herbicidas (Diez de Ulzurrun y Leaden, 2012; Gigón y Yannicari, 2018). En tal contexto, el empleo de herbicidas pre-emergentes permitiría manejar malezas como *Lolium spp.* resistente a herbicidas post-emergentes (Walsh et al., 2013). El presente trabajo demuestra la elevada eficacia de pyroxasulfone-flumioxazin para el control de esta maleza. No obstante, debido al nivel de fitotoxicidad detectado ante las condiciones adversas sometido el cultivo por adelantamiento de la fecha de siembra, se puso en evidencia que la selectividad dependería en gran parte de las condiciones ambientales reinantes luego de la aplicación.

El tratamiento post-emergente que ejerció mayor nivel de control sobre *Lolium spp.* fue iodosulfuron-mesosulfuron + metsulfuron. Esta combinación de productos se encuentra registrada en Argentina para el control de malezas dicotiledóneas y gramíneas en post-emergencia en cultivo de trigo y cebada, bajo la denominación de Hussar Plus®. La práctica de mezclar uno o más herbicidas en el caldo de pulverización es una práctica frecuente y tiene muchas ventajas cuando se lo compara con el modo de uso de cada producto por separado, esto puede generar un aumento en el espectro de acción en la aplicación y en consecuencia un aumento en el control de la plaga (Massaro et al., 2016).

Otro aspecto a tener en cuenta es que la mezcla de iodosulfuron-mesosulfuron + metsulfuron, presenta acción residual corta inhibiendo nuevas emergencias de malezas blanco. El sitio de acción de estas tres sulfonilureas es la inhibición de la enzima acetolactato sintetasa (ALS), responsable de la síntesis de aminoácidos de cadena corta ramificada. Sus efectos se reflejan en la detención del crecimiento y posterior clorosis, conduciendo a la muerte de la planta (Senseman, 2007).

La mezcla de pyroxasulfone y flumioxazin condujo a un control de la maleza comercialmente apto, pero la toxicidad causada en el cultivo pone en evidencia el riesgo de su selectividad hacia trigo duro cuando la capacidad de detoxificación resulte limitada, tal como se mencionó antes. Sin embargo, esta mezcla destaca como una combinación que aporta herbicidas con diferentes modos de acción (inhibidor de la síntesis de ácidos grasos de cadena muy larga e inhibidor de la protoporfirinógeno oxidasa), reduciendo los riesgos de resistencia e incorporando un nuevo modo de acción para su uso en el cultivo de trigo. Los restantes tratamientos mostraron controles inferiores a los exigidos como para ser considerados comercialmente aptos.

La densidad poblacional de *Lolium spp.* en interferencia con el cultivo de trigo duro habría afectado negativamente los componentes de rendimiento, mostrando disminuciones en la producción de grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y peso de mil granos (g).

Finalmente, en relación a las especies de la familia *Brassicaceae* ('crucíferas'), no se observó una diferencia significativa entre los tratamientos ( $p > 0,05$ ) en ninguna evaluación. El control en todos los casos fue satisfactorio. Esto pudo deberse, a que partiendo de una baja densidad de malezas 'crucíferas', los herbicidas residuales suelen mostrar altos niveles de control.

## **Conclusión**

Los resultados permiten aceptar la hipótesis planteada que sostiene que *existen alternativas de control químico pre y post-emergentes para el manejo de Lolium spp. en el cultivo de trigo duro.*

En las circunstancias del experimento que constituyó el estudio, el tratamiento de control pre-emergente de pyroxasulfone-flumioxazin, mostró elevada eficacia de control de *Lolium spp.* resultando una alternativa para los casos de resistencia a herbicidas post-emergentes. No obstante, vale destacar

que su eficacia sobre *Lolium spp.* como la selectividad hacia trigo duro resulta dependiente de las condiciones ambientales a las que se someta el cultivo.

El producto post-emergente iodosulfuron-mesosulfuron + metsulfuron resultó efectivo para el control de *Lolium spp.* Sin embargo, en circunstancias donde la población de la maleza esté conformada por una alta frecuencia de individuos resistentes a herbicidas inhibidores de la ALS, como se ha detectado en numerosos casos del sur de la provincia de Buenos Aires, su acción se vería limitada.

Los resultados del trabajo realizado ponen de relieve un método más de control dentro de un manejo integrado de malezas, destacando las ventajas de control de maleza, riesgos de fitotoxicidad o escapes de malezas resistentes, asociados al uso de herbicidas de diferentes modos de acción en pre- y post-emergencia. El control químico, combinado con otras alternativas, debe contribuir a favorecer al cultivo aumentando su capacidad de interferencia frente a las malezas y reduciendo el impacto de éstas en la producción de alimentos.

## Bibliografía

**Acciaresi, H.; Sobrero, M.T. y Leguizamón, E.** 2014. Interacción malezacultivo I. En Malezas e invasoras de la Argentina. Fernández, O.; Leguizamón, E.; Acciaresi, H. (Eds). Editorial de la UNS. 945pp

**Balfourier, F.; Imbert, C. y 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.

**Bolsa de Cereales de Buenos Aires.** 2020. Disponible en: <https://bolsadecereales.com/>

**Borda, M.** 2020; Actualización técnica en cultivos de cosecha fina 2019/2020. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_-\\_actualizacion\\_en\\_cultivos\\_de\\_cosecha\\_fina.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_actualizacion_en_cultivos_de_cosecha_fina.pdf)

**Cabrera, A. y Zardini, E.** 1978. Manual de la flora de alrededores de Buenos Aires. Segunda edición. Ed. ACME. Buenos Aires. 755pp.

**CASAFE.** 2019. Guía de Productos Fitosanitarios. [https://guiaonline.casafe.org/index.php/ms\\_session\\_manager](https://guiaonline.casafe.org/index.php/ms_session_manager). Ultimo acceso: 20 octubre 2019.

**Coleman RK, Gill GS. y Rebetzke GJ.** 2001. Identification of quantitative trait loci (QTL) for traits conferring weed competitiveness in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Australian Journal of Agricultural Research* 52, 1235–1246.

**Diez de Ulzurrun, P y Leaden, M.** 2012. Análisis de la sensibilidad de biotipos de *Lolium multiflorum* a herbicidas inhibidores de la enzima ALS, ACCasa y glifosato. *Planta Dan.* 30, 667-673.

**Gigón, R. y 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.

**Heap, I.** 2021. Encuesta internacional de malezas resistentes a herbicidas. Disponible en: <http://www.weedscience.com/Home.aspx>

**Istilart, C. y Yanniccari, M.** 2011 Evaluación del control de *Lolium perenne* resistente a glifosato con haloxifop-R-metil, en la zona sur bonaerense argentina. Actas XX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) Trabajo No 57 pag, 416-424. Actas del Congreso en CD. Viña del Mar – Chile .

**Istilart, C. y Yanniccari, M.** 2012. 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.

**Iqbal, J. y Wright, D.** 1997. Effects of nitrogen supply on competition between wheat and three annual weed species. *Weed Research*, 37, 391-400

**Johnson, W.; Davis, V.; Kruger, G. y Weller, S.** 2009. Influence of glyphosate-resistant cropping systems on weed species shifts and glyphosate resistant weed populations. *European Journal of Agronomy* 31, 162–172.

**Kroschel, J.** 2001. A Technical manual for parasitic weed research and extension. Springer. 276 p.

**Labrada, R. y Parker, C.** 1996. El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas. En: “Manejo de malezas para países en desarrollo”. Labrada, R.; Caseley, J.; Parker, C. Roma. FAO. 403pp.

**Leguizamón, E. y Puricelli, E.** 2004. Manejo de malezas en trigo. Cátedra de malezas. Departamento de Sistema de Producción Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias. Disponible en: [https://www.agroconsultasonline.com.ar//documento.html/EI%20manejo%20de%20malezas%20en%20trigo%20\(2004\).pdf?op=d&documento\\_id=121](https://www.agroconsultasonline.com.ar//documento.html/EI%20manejo%20de%20malezas%20en%20trigo%20(2004).pdf?op=d&documento_id=121)

**López, R.L.; Vigna, M.R. y Gigon, R.** 2008. Evaluación de herbicidas para el control de *Lolium multiflorum* lam. en barbecho para cereales de invierno. En: Congreso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas (26.); Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (18., 2008, Ouro Preto, MG, BR). Atas. Ouro Preto, SBCPD

**Loos, B.** 1993. Morphological variation in *Lolium* (*Poaceae*) as a measure of species relationships. *Plant Systematics and Evolution* 188, 87 - 99

**MAGyP.** 2011. Informe de Trigo Candeal. Disponible en: [http://www.minagri.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/inf-trigo-candeal/trigo\\_candeal.php](http://www.minagri.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/inf-trigo-candeal/trigo_candeal.php)

**Massaro, R.A.; Kahl, M.; Bernal, G. y Petroni, J.P.** 2016. Compatibilidad de la mezcla de glifosato y 2,4-D sal amina en dos calidades de agua y dos volúmenes de caldo para pulverización. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_ser\\_exten\\_79\\_2016\\_kahl\\_m\\_19-23.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_ser_exten_79_2016_kahl_m_19-23.pdf)

**Maydup, M. L., C. Graciano, J. J. Guiamet, y E. A. Tambussi.** 2012. Analysis of early vigour in twenty modern cultivars of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Crop and Pasture Science 63(10), 987-996

**Molfese, E., Astriz, V., y Seghuzzo, M.** 2017. Evaluacion de la calidad del trigo candeal (*Triticum turgidum* L. subsp. Durum) en los programas de mejoramiento de Argentina. RIA INTA. ISSN 1669-2314.

**Owen, M.D.** 2008. Weed species shifts in glyphosate-resistant crops. Pest Management Science 64, 377–387.

**Papa, J.C.** 2009. Problemas actuales de malezas que pueden afectar al cultivo de soja. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-problemas\\_actuales\\_de\\_malezas.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-problemas_actuales_de_malezas.pdf)

**Pline, W.; Wells, R.; Little, G.; Edmisten, K. y Wilcut, J.** 2002. Glyphosate and water-stress effects on fruiting and carbohydrates in glyphosate-resistant cotton. Crop Science 43, 879-885.

**Powles SB. y Yu Q.** 2010. Evolution in action: Plants resistant to herbicides. Annual Review of Plant Biology 61, 317–347.

**Satorre, E.H. y Slafer, G.A.** 1999. Wheat production systems of the Pampas. Wheat Ecology and Physiology of Yield Determination. FPP, pp. 333-343.

**Schonbrun, E. Eschenburg S., Shuttleworth W.A., Schloss J.V., Amrhein N., Evans J.N. y Kabsch W.** 2001. Interaction of the herbicide glyphosate with its target enzyme 5-enolpyruvylshikimate 3-phosphate synthase in atomic detail. Proceedings of the National Academy of Sciences 98, 1376-1380.



**Scursoni, J., Gigón, R., Martín, A., Vigna, M., Leguizamón, E., Istilart, C. y López, R.**, 2014. Changes in weed communities of spring wheat crops of Buenos Aires province of Argentina. *Weed Science* 62, 51-62.

**Seghezzo M.** 2015. Calidad en trigo candeal. Laboratorio de calidad industrial de granos. Chacra experimental integrada Barrow, INTA. Ediciones INTA.

**Senseman, S.A.** 2007. *Herbicide Handbook*. 9th Edition. Weed Science Society of America. 458 pág.

**Steadman, K.; Crawford, A. y Gallagher, R.** 2003. Dormancy release in *Lolium rigidum* seeds is a function of thermal after-ripening time and seed water content. *Functional Plant Biology* 30: 345 - 352.

**USDA** 2019. Informe mensual mayo 2019. Disponible en: <https://ruralnet.com.ar/informe-del-usda-mayo-de-2019/>

**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.E; López, R. y Gigon, R.** 2011. "Situación de la problemática y propuesta de manejo para *Lolium* y *Avena fatua* resistentes a herbicidas en el sur de Buenos Aires". Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7626/1/st-204-2013.-p.75-82.pdf>

**Walsh, M.; Newman, P. y Powles, S.** 2013. Targeting weed seeds in-crop: a new weed control paradigm for global agriculture. *Weed Technology* 27:431–436.

**WSSA (Weed Science Society of America).** 1998. Technology notes. *Weed Technol* 12 (4): 789–790.

**Yanniccari, M. y Acciaresi, H.** 2013. Perennial weeds in Argentinean crop systems: biological and ecological characteristics and basis for a rational weed management. En *Agricultural Research Updates* Vol. 5. Gorawala, P. y Mandhatri, S. (Eds.). Nova Science Publishers, Inc. 176pp.

**Yanniccari, M. y Gigón, R.** 2020. Cross-resistance to acetyl-CoA carboxylase-inhibiting herbicides conferred by a target-site mutation in perennial ryegrass (*Lolium perenne*) from Argentina. *Weed Science*. 68: 116-124.

**Yanniccari M., Gigón R. y Larsen A.** 2020. Cytochrome P450 Herbicide Metabolism as the Main Mechanism of Cross-Resistance to ACCase- and ALS-Inhibitors in *Lolium* spp. Populations From Argentina: A Molecular Approach in Characterization and Detection. *Frontiers in Plant Science* 11:600301.

**Yanniccari, M.; Istilart, C. y 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.

**Yanniccari, M.; Istilart, C.; Giménez, D. y Castro, A.M.** 2012. Glyphosate resistance in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) from Argentina. *Crop Protection* 32: 12-16.

**Zadoks, J. C., Chang, T. T., y Konzak, C. F.** 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed research*, 14(6), 415-421.

**Zimdahl, R. L.** 1996. Manejo de malezas en trigo y cebada. Extraído de: Manejo de malezas para países en desarrollo (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal – 120). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cap. 13.



