

Raigrás perenne (*Lolium perenne*) como maleza en la Argentina

Mariela V. Lodovichi^a y Marcos Yannicari^b

^a Departamento de Agronomía (UNS) y CERZOS (CONICET), Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: mariela.lodovichi@uns.edu.ar

^b Instituto de Fisiología Vegetal (UNLP – CONICET), La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: marcosyannicari@conicet.gov.ar

Resumen

Pese a los cambios advertidos en los agroecosistemas y en la tecnología de producción en los últimos treinta años, el raigrás sigue manteniendo una constancia superior al 50 % en lotes del sur bonaerense. Su presencia causa grandes mermas de rendimiento en cereales de invierno, provocando importantes pérdidas económicas.

Algunas características como la alogamia, la polinización anemófila, la rápida adaptabilidad al ambiente y la producción de gran cantidad de semillas, entre otras, transforman a *L. perenne* en una trascendente maleza.

Tal es así que debido a la plasticidad de esta especie y el continuo uso de glifosato, se ha generado una presión de selección que provocó el incremento de la frecuencia de individuos de baja sensibilidad al herbicida, conduciendo a la aparición de poblaciones resistentes. Una población del partido de Coronel Dorrego (provincia de Buenos Aires) resultó ser el primer caso de *Lolium perenne* resistente a glifosato en Argentina y a nivel mundial. Actualmente, el problema de raigrás resistente a glifosato trascendió en su nivel de importancia alcanzando una amplia dispersión regional.

1. Introducción

Un gran número de especies de gramíneas conforman la flora espontánea de regiones templadas. Algunas de estas especies han cobrado notable importancia en los agroecosistemas actuales, donde las prácticas agrícolas ampliamente adoptadas, condicionan la relevancia de ciertos integrantes de la comunidad de malezas. Particularmente, aquellas plantas caracterizadas por su amplia plasticidad y capacidad de adaptación adquieren relevancia por el costoso esfuerzo para mantenerlas a niveles económicamente no perjudiciales.

Como exponente de este grupo de malezas, el raigrás perenne (*Lolium perenne* L.) ha incrementado su importancia en la última década, resultando ser una de las principales malezas de los cereales de invierno en el sur de la región Pampeana. Esta trascendencia ha motivado el estudio de aspectos biológicos que permitan sustentar estrategias de manejo integrado.

2. Identificación de la especie

Lolium perenne, conocido vulgarmente como raigrás perenne, pertenece a la familia Poaceae, subfamilia Pooideae, tribu Poeae. Dentro del género *Lolium*, se distinguen claramente dos grupos basados en caracteres morfológicos y fenológicos. Un grupo comprende dos especies autógamas: *L. temulentum* y *L. persicum*, mientras que las especies alógamas: *L. perenne*, *L. rigidum* y *L. multiflorum*, constituyen el otro grupo (Loos, 1993). Éstas plantas 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).

Frecuentemente, *L. perenne* junto a *L. multiflorum* se encuentran formando parte de las comunidades de malezas de zonas templadas. Aunque su estrecha relación dificulta la determinación, varias diferencias morfo-fisiológicas permiten distinguir ambas especies: prefoliación conduplicada, perennidad, requerimientos de vernalización y espiguillas con 2 a 10 flores (Cabrera y Zardini, 1978; Jung y otros, 1996; Inda Aramendía, 2005).

3. Distribución geográfica y hábitat

Considerando al complejo *Lolium spp.*, las poblaciones naturalizadas de raigrás se extienden por toda la región pampeana formando parte de las comunidades de malezas o praderas (Cabrera y Zardini, 1978). En el sur de la provincia de Buenos Aires, el raigrás resulta ser una maleza frecuente en cultivos invernales (Catullo, 1982; Istilart, 1991; Istilart y Yannicari, 2011).

Pese a los cambios advertidos en los agroecosistemas y en la tecnología de producción en los últimos treinta años, el raigrás sigue manteniendo una constancia superior al 50 % en el sur bonaerense. En siete de cada diez lotes donde se detecta la presencia de raigrás, el grado de infestación con la maleza ha sido determinado como moderado ó severo (Istilart y Yannicari, 2011).

Si bien el raigrás perenne está adaptado a climas templados-húmedos, también es capaz de establecerse en un amplio rango de suelos (pH 5,1 a 8,4). Incluso, presenta mayor tolerancia a las bajas temperaturas comparado otras especies del mismo género. Las condiciones óptimas de crecimiento se alcanzan en suelos fértiles y húmedos, de pH ligeramente ácido; sin embargo, también se adapta bien a suelos sueltos con suficiente humedad (Polok, 2007).

4. Origen e historia

Según Jenkin (1951, 1959), el progenitor de todas las variedades de *L. perenne* se originó en la región Mediterránea o bien en el oeste de Asia, y luego las distintas variantes se han diferenciado por acumulación de mutaciones. Desde su zona de origen se ha dispersado por regiones templadas de todo el mundo (Balfourier y otros, 2000).

Las especies de raigrás más importantes agrónomicamente han sido *L. perenne* y *L. multiflorum*, tanto por sus características forrajeras como por ser componentes de céspedes. Sin embargo, esas mismas especies son trascendentes malezas cuando “escapan” de las áreas cultivadas (Polok, 2007).

Durante varias décadas, el raigrás fue ampliamente cultivado en sistemas agropecuarios o netamente ganaderos de la provincia de Buenos Aires (Cabrera, 1970). A partir del crecimiento de la agricultura y el proceso de cambio en el uso de la tierra, la actividad ganadera fue reemplazada por la producción agrícola (de las Carreras, 2010). Desde 1985 a la actualidad, en el sur bonaerense la superficie asignada a cultivos de cosecha se ha incrementado en un 30%, mientras que la ganadería ha sido desplazada a suelos menos productivos (Duhalde y otros, 2012). En este nuevo contexto, el *Lolium spp.* resulta ser una importante maleza en cultivos de cebada y trigo (Istilart y Yannicari, 2011).

5. Importancia económica.

Como se indicó previamente, *L. perenne* es una excelente forrajera y es cultivada extensivamente para establecer pasturas en regiones templadas (Terrell, 1968). Sin embargo, su presencia como maleza de cultivos causa grandes mermas de rinde como consecuencia de la interferencia con cereales de invierno, provocando importantes pérdidas económicas. Antecedentes internacionales indican que dependiendo de la biomasa de

raigrás perenne producida por unidad de superficie, las pérdidas de rendimiento en trigo pueden variar desde un 10 % hasta 50 % (Vazan y otros, 2011).

6. Biología.

6.1. Descripción

El raigrás perenne es una planta cespitosa de hasta 80 cm de altura, sus hojas son glabras y presentan láminas de 20-30 cm de largo y hasta 6 mm de ancho. Las vainas son rojizas en la base. La lígula es corta y trunca y sus aurículas son pequeñas (Beddows, 1967; Cabrera y Zardini, 1978). Aunque se han reportado variedades tetraploides, las plantas de raigrás perenne son generalmente diploides ($2n = 14$), (Beddows, 1967; Terrell, 1968).

Durante su ciclo produce un número variable de macollos. En el período de encañazón, forma rizomas cortos a partir del enraizamiento de nudos basales. Las inflorescencias consisten en espigas delgadas, erguidas ó ligeramente curvas que 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. La elevada plasticidad de la especie hace que estos parámetros estén afectados por las condiciones de crecimiento (Cabrera y Zardini, 1978; Jung y otros, 1996; Inda Aramendía, 2005).

El fruto es un cariopse, fuertemente envuelto por la pálea y la lemma, esta última generalmente mútica (Beddows, 1967; Terrell, 1968). Se trata de una especie que produce abundantes semillas, en número variable dependiendo de la densidad de plantas.

Características como la alogamia, la polinización anemófila, la rápida adaptabilidad al ambiente y la producción de gran cantidad de semillas, entre otras, transforman a *L. perenne* en una potencial especie maleza.

6.2. Crecimiento y desarrollo

L. perenne es una especie hemicriptófita, que pasa por un estadio de semi-roseta anterior a la encañazón. La longevidad presenta variaciones inter e intrapoblacionales, observándose desde formas anuales o bienales, poco macolladoras, hasta formas extremadamente persistentes, con numerosos macollos, algunos de los cuales son postrados y cuyos nudos producen raíces. Aquellas plantas que encañan y florecen durante su primer año de vida tienden a pertenecer a poblaciones menos persistentes (Beddows, 1967).

En el sur de la provincia de Buenos Aires, el raigrás germina y emerge con las primeras lluvias otoñales (Figura 1a), pero previamente las semillas requieren haber perdido la dormición condicionada por el tiempo térmico de post-maduración (Steadman y otros, 2003). Por esto, una proporción del banco de semillas del suelo permanece sin germinar, aún después de las primeras lluvias.

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 se incrementa (Figura 1b) (Yanniccari y Acciaresi, 2013). Esta especie presenta requerimientos de vernalización y día largo para el desarrollo de la inflorescencia (MacMillan y otros, 2005). Posteriormente comienza la encañazón (Figura 1c) que, llegada la primavera, termina con la floración entre octubre y noviembre (Figura 1d). En tanto, la producción de macollos, como se indicó antes, continúa durante este período demostrando su característica perennidad.

La antesis se inicia en las espiguillas centrales y continúa hacia el extremo basal y apical. A su vez, las flores basales de cada espiguilla son las primeras en llegar a antesis. Su frecuente auto-incompatibilidad hace que la alogamia sea el hábito reproductivo dominante, resultando ser una planta anemófila (Thorogood y Hayward, 1991). Hacia el fin de la primavera, conjuntamente con el incremento de las temperaturas, los granos maduran y comienza la dispersión de las semillas. Potencialmente, la producción por planta puede llegar hasta las 12 mil semillas (Pop y otros, 2010). Las semillas entran en el banco de propágulos del suelo, aunque su persistencia es efímera (hasta dos años). La longevidad de las semillas en el suelo, luego de un año, es relativamente baja cuando éstas quedan en superficie al menos un mes antes de realizar laboreos que favorezcan su incorporación al suelo (Jensen, 2010).

En el verano, 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 (Yanniccari y Acciaresi, 2013). Hacia la nueva estación, con las primeras lluvias esas plantas rebrotan vigorosamente (Figura 1e) y nuevas semillas germinan para continuar el ciclo (Yanniccari y Acciaresi, 2013).

La perpetuación efectiva de la especie depende casi exclusivamente de la producción de semillas; si bien existe la posibilidad de que ocurra propagación vegetativa, su frecuencia es muy baja (Beddows, 1967). La especie es una productora eficiente de semillas, pero debido a que son relativamente pesadas no pueden dispersarse a gran distancia desde la planta madre. La mayor dispersión de las mismas es llevada a cabo por el hombre (Beddows, 1967).

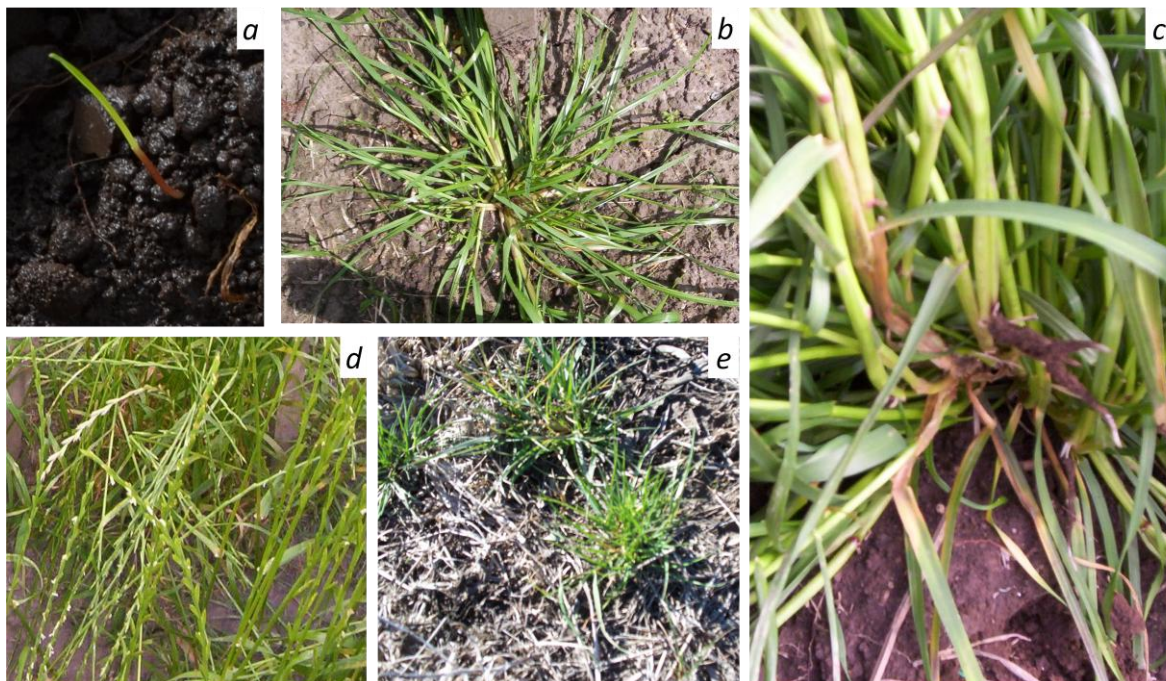


Figura 1. Estados de *Lolium perenne* durante su ciclo: a) emergencia; b) macollaje; c) encañazón, se muestran los nudos basales enraizados; d) floración; e) rebrote otoñal.

Al momento de la dispersión primaria, las semillas de *L. perenne* presentan dormición fisiológica parcial. El principal factor que gobierna los cambios en el nivel de dormición durante el período de postmaduración es la temperatura. Al igual que en otras especies

otoño-inverno-primaverales, la salida de la dormición ocurre durante los meses de verano, bajo la influencia de las altas temperaturas, observándose cambios en los parámetros térmicos asociados a la germinabilidad de las semillas. La salida de la dormición de *L. perenne* se caracteriza por un incremento progresivo de la temperatura máxima media de germinación y una disminución de los requerimientos de tiempo térmico para la germinación a temperaturas subóptimas. Ambos parámetros pueden ser utilizados para predecir la dinámica de la germinación en función del nivel de dormición de las semillas en condiciones de campo (Lodovichi y otros, 2014).

El nivel de hidratación de las semillas, además, actúa como un modulador del rol de la temperatura sobre la salida de la dormición. Contenidos bajos e intermedios de humedad parecen favorecer la salida de la dormición durante la postmaduración de las semillas de *L. perenne*. Los altos contenidos hídricos aceleran la pérdida de la dormición durante los primeros meses del proceso de postmaduración, pero si dicho contenido hídrico se mantiene a lo largo del tiempo, las tasas de germinación se reducen, probablemente debido a la pérdida de vigor de las semillas (Lodovichi y otros, 2011).

Como se indicó al inicio de este capítulo, tanto *L. multiflorum* como *L. perenne* son especies con alto grado de alogamia y existen antecedentes respecto a la capacidad de generar híbridos espontáneamente (Ellstrand y Hoffman, 1990). Considerando que ambas especies son malezas frecuentes en el sur de la provincia de Buenos Aires, la posibilidad de obtener híbridos a partir de cruzamientos entre *L. multiflorum* y *L. perenne* ha sido documentada en trabajos locales (Yannicari y otros, 2015). Estos resultados muestran que la descendencia híbrida presentó caracteres intermedios entre ambos padres al considerar parámetros vegetativos como la biomasa aérea, el ancho y largo de las láminas. También, al estado reproductivo los híbridos presentaron un número intermedio de espiguillas por espigas, flores por espiguillas, longitud de glumas y tamaño de aristas, considerando ambos progenitores (Yannicari y otros, 2015).

Además, el raigrás perenne puede producir híbridos interespecíficos con plantas de *Festuca pratensis*, *F. arundinacea* y *F. gigantea*. El fenotipo en estos casos también ha resultado ser intermedio entre ambos padres, aunque pueden observarse considerables variaciones (Beddows, 1967; Terrell, 1968). Estos híbridos presentan grados variables de fertilidad.

6.3. Respuestas a operaciones de manejo.

La transformación de la agricultura tuvo sus efectos sobre la dinámica poblacional de esta maleza. La innovación de la siembra directa o labranza cero se ha difundido en los agroecosistemas pampeanos aparejando ventajosos efectos para la agricultura (Trigo y otros, 2009). En este contexto, el control de malezas se basó en el uso de glifosato, haciendo de este principio activo el producto fitosanitario más comercializado en el país (Kleffmann y Partner, 2008).

El uso continuo de glifosato como único herbicida, favoreció la selección intra-específica de plantas, donde aquellos individuos menos sensibles incrementaron su frecuencia gradualmente, conduciendo a la evolución de resistencia. Particularmente en el sur de la provincia de Buenos Aires, esto se evidenció en la baja sensibilidad a glifosato de un biotipo de *Lolium perenne* hallado por técnicos de la CEI Barrow (MAA – INTA) en un cultivo de trigo del partido de Coronel Dorrego. Las plantas presumiblemente resistentes no habrían sido controladas por aplicaciones de glifosato en barbecho. El lote donde se encontró la población problema era trabajado bajo el sistema de siembra directa desde hacía doce años y el glifosato era el principal principio activo empleado a razón de tres aplicaciones por año.

Las sospechas de resistencia fueron confirmadas y resultó ser el primer caso de *L. perenne* resistente a glifosato en Argentina y a nivel mundial, según el registro internacional de malezas resistentes a herbicidas (Heap, 2015).

En esta población, al estado de macollaje, fue necesario incrementar casi 11 veces la dosis del herbicida para lograr el mismo nivel de control que en el testigo susceptible (Yannicari y otros, 2012). A partir de la comparación de los índices de resistencia (IR) obtenidos mediante los bioensayos de dosis-respuesta, se encontró que la sensibilidad a glifosato de la población resistente varió en forma decreciente al avanzar el ciclo de la planta; según se trató de la germinación de semillas (IR: 3,2), del crecimiento plumular (IR: 4,4) o plantas establecidas (IR: 10,8). Esto indicó que cuanto más avanzó el ciclo de la planta, la diferencia entre plantas resistentes y susceptibles respecto a la sensibilidad al herbicida era mayor (Yannicari y otros, 2012).

Actualmente, el problema de raigrás resistente a glifosato trascendió en su nivel de importancia alcanzando una amplia dispersión regional.

7. Bibliografía.

- Balfourier, F., C. Imbert & G. Charmet. 2000. Evidence for phylogeographic structure in *Lolium* species related to the spread of agriculture in Europe: a cpDNA study. *Theoretical and Applied Genetics* 101: 131–138.
- Beddows, A.R. 1967. Biological flora of the British Isles. *Lolium perenne* L. *Journal of Ecology* 55: 567-587.
- Bulinska-Radomska, Z. & R. Lester. 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. *Colección Científica INTA . Tomo IV*. Buenos Aires. 623pp.
- Cabrera, A & E. Zardini. 1978. Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires. *ACME*. Buenos Aires. 715pp.
- Catullo, J., O. Valletti & E. Rodriguez. 1982. Relevamiento de malezas en cultivos comerciales de trigo y girasol en el centro sur bonaerense. IX Reunión Argentina de Malezas y su Control ASAM. Santa Fe. *Malezas* 11: 204-235.
- de las Carreras, A. 2010. Ganados y carnes vacunas. En: Reza, L., D. Lema & C. Flood (editores): *El crecimiento de la agricultura argentina*. Ed. Facultad de Agronomía – UBA. Buenos Aires. 488pp.
- Duhalde, J., L. Di Nezio, A. Perea & M. Jensen. 2012. El crecimiento de la agricultura argentina. Carpeta ganadera 2010/2011 -CEI Barrow-. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar>. Último acceso. 10/11/14.
- Ellstrand, N. & C. Hoffman. 1990. Hybridization as an avenue of escape for engineered genes. *BioScience* 40: 438–442.
- Heap, I. 2015. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Disponible en: <http://www.weedscience.com>. Último acceso: 11/02/15.
- Inda Aramendía, L.A. 2005. El género *Lolium*. Claves dicotómicas. *Revista de la Real Academia de Ciencias. Zaragoza* 60: 143-155.
- Istilar, 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.
- Istilar, C. & M. Yannicari. 2011. Análisis de la evolución de malezas en cereales de invierno durante 27 años en la zona sur de la pampa húmeda argentina. *Revista Técnica Especial: Malezas problema (Aapresid)*: 47-50.
- Jenkin, T.J. 1951. Genetic problems in the breeding of forage grasses. *Atti del Convegno di Genetica Agraria, Rieti, Italia* 360-374.
- Jenkin, T.J. 1959. The ryegrasses (*Lolium* L.). *Handb. der Pflanzenzüchtung* 4: 435-52.
- Jensen, P. 2010. Longevity of seeds of *Poa pratensis* and *Lolium perenne* as affected by simulated soil tillage practices and its implications for contamination of herbage seed crops. *Grass and Forage Science* 65: 85-91.
- Jung, G., A. van Wijk, W. Hunt & C. Watson. 1996. Ryegrasses. En: Moser, L., D. Buxton & M. Casler (editores.): *Cool-season forage grasses*. Agronomy monograph 34. American Society of Agronomy. Madison. 841pp.

- Kleffmann & Partner, S.R.L. 2008. Mercado argentino de productos fitosanitarios 2008. Buenos Aires. Informe para la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE). 12pp.
- Lodovichi, M.V., G.R. Chantre & M.R. Sabbatini. 2011. Efecto del contenido hídrico de las semillas durante la postmaduración a campo sobre la germinabilidad de *Lolium multiflorum*. *Libro de Resúmenes. XX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas*. Viña del Mar, Chile: 127-132.
- Lodovichi, M.V., G.R. Chantre & M.R. Sabbatini. 2014. Estimación de los parámetros térmicos asociados a la germinabilidad durante el proceso de postmaduración a campo en semillas de *Lolium perenne*. *Libro de resúmenes del XV Congreso Latinoamericano y XXX Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*. Mar del Plata, Argentina: 81.
- Loos, B. 1993. Morphological variation in *Lolium* (Poaceae) as a measure of species relationships. *Plant Systematics and Evolution* 188: 87-99.
- MacMillan, C., C. Blundell & R. King. 2005. Flowering of the grass *Lolium perenne*. Effects of vernalization and long days on gibberellin biosynthesis and signaling. *Plant Physiology* 138: 1794-1806.
- Polok, K. 2007. Molecular evolution of the genus *Lolium* L. Olsztyn. Studio Poligrafii Komputerowej. 318pp.
- Pop, M., C. Sand, H. Barbu, M. Balan, A. Grusea, H. Boeriu & A. Popa. 2010. Correlations between productivity elements in *Lolium perenne* L. species for new varieties resistant to drought. *Analele Universității din Oradea - Fascicula Biologie* 27: 183-185.
- Steadman, K., A. Crawford, & R. Gallagher. 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.
- Terrell, E. 1968. A taxonomic revision of the genus *Lolium*. Technical Bulletin No 1392. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture. U.S. Government Printing Office, Washington DC. 73 pp.
- Thorogood, D. & D. Hayward. 1991. The genetic control of self-compatibility in an inbred line of *Lolium perenne* L. *Heredity* 67: 175-181.
- Trigo, E., E. Cap, V. Malach & F. Villarreal. 2009. The case of zero-tillage technology in Argentina. International Food Policy Research Institute. Washington. 2020 Vision Initiative. 33pp.
- Vazan, S., M. Oveisi & S. Baziar. 2011. Efficiency of mesosulfuron-methyl and clodinafop-propargyl dose for the control of *Lolium perenne* in wheat. *Crop Protection* 30: 592-597.
- Yanniccari, M., C. Istilart, D. Giménez & A. M. Castro. 2012. Glyphosate resistance in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) from Argentina. *Crop Protection* 32: 12-16.
- Yanniccari, M. & A. Acciaresi. 2013. Perennial weeds in Argentinean crop systems: biological and ecological characteristics and basis for a rational weed management. En: Gorawala, P. & S. Mandhatri (editores): *Agricultural Research Updates Vol. 5*. Nova Science Publishers. Nueva York. 176pp.
- Yanniccari, M., C. Istilart, D. Giménez & A.M. Castro. 2015. Inheritance of glyphosate resistance in *Lolium perenne* and hybrids with *Lolium multiflorum*. *Crop Protection* 71: 72-78.