

FLORA ARVENSE Y SU RELACIÓN CON LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LA PROVINCIA DE LA PAMPA

Suárez, Carla Etel¹., Estelrich, Héctor Daniel¹ y Siri, Jorge Ignacio¹

¹ Universidad Nacional de La Pampa, Facultad de Agronomía, Argentina
@ suarez@agro.unlpam.edu.ar

Recibido: 15/09/2021
Aceptado: 26/02/2022

RESUMEN. La flora arvense que se desarrolla acompañando los diferentes sistemas de producción agrícola está expuesta a los filtros ambientales que aplican para cualquier sistema ecológico más los componentes tecnológicos asociados al manejo de los cultivos. Esto ha llevado a que las comunidades de malezas vayan acompañando estas transformaciones. El objetivo del trabajo fue caracterizar la flora arvense en relación con los paquetes tecnológicos, y el uso de la tierra en los últimos 12 años para la zona agrícola de la provincia de La Pampa. Se realizó una revisión bibliográfica para el período 2008-2020, con la herramienta de Google Académico mediante palabras clave. También se utilizó la información de la Dirección General de Estadística y Censos- Ministerio de la Producción- Gobierno de La Pampa y a nivel nacional del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. En el periodo analizado, a nivel nacional la superficie sembrada de cosecha fina y gruesa aumentó alcanzando los 7 millones de ha y 29 millones de ha, respectivamente. La contribución porcentual de superficie sembrada que realiza la provincia de La Pampa, a nivel nacional, se mantuvo para la cosecha fina con un valor del 8 %, mientras que para la gruesa el nivel de aporte de la provincia disminuyó, siendo del 5 %. En cuanto a la provincia de La Pampa, la superficie sembrada para cosecha fina se mantuvo alrededor de 250.000 ha; el porcentaje realizado en siembra directa (SD) fue en aumento salvo para las campañas del 2019 y 2020, alcanzado valores del 50 % (con picos del 65 %). La superficie destinada a cosecha gruesa superó las 600.000 ha durante casi todo el periodo a excepción de los años 2014 y 2018; el porcentaje de adopción de SD superó en general el 70 % (con valores máximos de 85 %). La flora arvense estuvo representada por 78 especies repartidas en 22 familias, de las cuales las más representativas fueron las Poaceae, Asteraceae y Brassicaceae. Para los cultivos de verano, las familias con mayor número de especies fueron las Asteraceae y Poaceae, con 11 y 14 especies respectivamente; el 78 % fueron anuales. Para los cultivos de invierno, las Brassicaceae y Asteraceae fueron las más representativas con 10 y 8 especies respectivamente; el 81 % fueron anuales. La composición de la flora varió en función de los cultivos y el tipo de labranza. El 70 % de las malezas que acompañaron a los cultivos de soja, maíz y girasol, y el 74 % de las de trigo se vincularon a la tecnología de SD. Se registraron 38 casos de resistencia a herbicidas en diferentes especies para sistemas de SD, de los cuales el 34 % lo fueron a inhibidores EPSPS, y 4 para labranza convencional.

PALABRAS CLAVE: comunidades de malezas; cosecha fina y gruesa; resistencias; siembra directa;

ABSTRACT. TILLAGE SYSTEMS AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE WEED FLORA IN LA PAMPA PROVINCE, ARGENTINA. The weed flora that develops accompanying the different agricultural production systems is exposed to the environmental filters that apply to any ecological system plus the technological components associated with crop management. This has led to weed communities accompanying these transformations. The objective of the work was to characterize the weed flora according to the changes in the tillage systems and land use in the last 12 years for the agricultural area of the of the central pampas region. A bibliographic review was carried out for the 2008-2020 period, through Google Scholar tool using keywords. In addition, information from the General

Directorate of Statistics and Censuses- Ministry of Production- Government of La Pampa and at the national level from the Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries of the Nation was also used. In Argentina, the sown area with winter and summer crops increased (7 million hectares and

Cómo citar este trabajo:

Suárez, C. Estelrich, D. y Siri, J. (2022). Flora arvense y su relación con los sistemas de producción agrícola en la provincia de La Pampa. *Semiárida*, 32(1), 09-25.



29 million hectares, respectively). The relative contribution of sowed area made by the La Pampa province was maintained for the winter crops with a value of 8 %, while for the summer crops one the level of contribution of the province decreased, being 5 %. As for the La Pampa province, the area sowed with winter crops remained around 250.000 ha; the percentage made in no-till farming (SD) was increasing except for the 2019 and 2020 campaigns, reaching values of 50 % (with peaks of 65 %). The area destined to summer crops exceeded 600,000 ha during almost the entire period, except for the years 2014 and 2018; SD adoption rate was generally over 70 % (with maximum values of 85 %). The weed flora was represented by 78 species distributed in 22 families, of which the most representative were the Poaceae, Asteraceae and Brassicaceae. For summer crops, the families with the highest number of species were the Asteraceae and Poaceae represented with 11 and 14 species, respectively; 78 % were annual. For winter crops, Brassicaceae and Asteraceae were the most representative with 10 and 8 species, respectively; 81 % were annual. The weed community's composition varied depending on the crops and the tillage system. Seventy percent of weeds that accompanied soybean, corn, and sunflower crops, and 74 % of wheat were linked to direct sowing technology. There were 38 cases of resistance to herbicides in different species for no-tillage systems, of which 34 % were for EPSPS inhibitors, and 4 for conventional tillage.

KEY WORDS: weed communities; fine and coarse harvest; resistance; no tillage;

INTRODUCCIÓN

La flora arvense que se desarrolla acompañando los diferentes sistemas de producción agrícola está definida estructural y funcionalmente por las propiedades emergentes de los niveles de organización ecológicos a partir de los que se aborde (Satorre, 2012; Guglielmini, Kruk y Satorre, 2015). Los filtros ambientales que apliquen para cualquier sistema ecológico también lo hacen en estos sistemas, sin embargo, con la particularidad de que incluyen los componentes tecnológicos asociados al manejo de los cultivos (Guglielmini et al., 2015). Estos últimos conducen a la homogeneización del ambiente (Soriano, 1971; Harper, 1990) y, de alguna manera, sientan las oportunidades para la aparición y establecimiento de nuevas especies-malezas (Fernández, Leguizamón y Acciaresi, 2014).

Los disturbios son uno de los principales factores que favorecen el ingreso de nuevas especies de plantas en los distintos agroecosistemas (Mashhadi y Radosevich, 2004) a partir de cambios abruptos en las restricciones ambientales, las que pueden modificar su estructura y funcionamiento (Chaneton, Omacini, Trebino y León, 2001). De acuerdo con su origen los disturbios pueden ser naturales o antrópicos, sin embargo, estos últimos son los que definen la dinámica de los sistemas agrícolas, principalmente a partir de acciones que incluyen el laboreo del suelo,

pastoreos intensivos o fuego (Chaneton et al., 2001). Si bien estas acciones no siempre conducen a una invasión, pueden proporcionar un sitio seguro para que una especie potencialmente invasora pueda establecer una población fuente (Sheley, Jacobs y Carpinelli, 1998; Mashhadi y Radosevich, 2004).

Este proceso, además, se ve potenciado a distintas escalas por el movimiento (transporte/dispersión) de semillas y los filtros biológicos que incluyen tanto los atributos de las especies arvenses como las propiedades del ecosistema a invadir (Capdevila-Argüelles, Zilletti y Suarez-Álvarez, 2013; Batlla, Ghera y Benech-Arnold, 2019). En la actualidad se citan 461 especies vegetales exóticas para Argentina (Base de datos de especies exóticas invasoras en Argentina- InBiar, 2021), y la gran mayoría son indeseables desde el punto de vista ambiental y/o económico.

La composición florística de una comunidad de malezas y la adaptación que presentan cada una de las especies que la conforma, acompañan -y son respuesta a- los patrones temporales de cambios en el ambiente, los cuales resultan de la interacción de variables climáticas y agronómicas (cultivos y prácticas de manejo) (Batlla, Ghera y Benech-Arnold, 2019).

El desarrollo y expansión de la siembra directa (SD) implicó un aumento en el uso de fertilizantes, la liberación de nuevas variedades e híbridos -incluyendo cultivos transgénicos-, el

uso de nuevos principios activos de plaguicidas junto con cambios en el sistema de labranza (expansión de la SD) y nuevos patrones de diseño de cultivos (Satorre, 2001; 2005; 2012; Andrade, 2012; Leguizamón, 2014; Leguizamón, Suárez y Fernández, 2014; Guglielmini, Kruk y Satorre, 2015; Scursoni et al., 2019). Como resultado de esto se produjo una simplificación en el manejo de los sistemas de producción de granos, una intensificación en el uso agrícola de la tierra, con la incorporación de ambientes marginales a la agricultura (Satorre, 2005; Manuel-Navarrete et al., 2009; Viglizzo et al., 2011; Satorre et al., 2020; de la Fuente et al., 2021) con consecuencias ambientales y sociales, a mediano y largo plazo, complejas y cuestionables (Pengue, 2000; Pérez-Carrera, Moscuza y Fernández-Cirelli, 2008).

Al respecto, las comunidades de malezas han ido acompañando estas transformaciones en el ambiente físico, las cuales se constituyeron en fuerzas de selección que en algunos casos han llegado a redefinir algunos de sus atributos de historias de vida (Soriano, 1971; Fernández et al., 2014; Leguizamón, 2014; Leguizamón et al., 2014; Batlla, Ghersa y Benech-Arnold, 2019), a tal punto que ha generado un ambiente propicio para la aparición de resistencias a distintos principios activos, en cortos periodos de tiempo.

De cualquier manera, el resultado a largo plazo muestra que las malezas poseen las habilidades biológicas para perpetuarse (Batlla, Ghersa y Benech-Arnold, 2019) ya que gran parte de la flora arvense actual no es más que un reflejo de las comunidades que se establecieron con el comienzo de las primeras labores agrícolas en la región (Leguizamón, 2014). Además, muchas especies que eran raras o acompañantes en las comunidades de malezas han demostrado una alta capacidad de adaptación a nuevas tecnologías, llegando a ser dominantes en algunas situaciones específicas (De la Fuente, Suárez y Ghersa, 2006; de la Fuente et al., 2021). Todo esto desencadena una serie de procesos de retroalimentación positiva asociados con el uso de plaguicidas en general (Papa, Felizia y Esteban, 2004; Duke, 2005; Powles, 2008; Vila-Aiub y Fischer, 2014).

En este contexto, la región agrícola que abarca la provincia de La Pampa, al igual que otras zonas del país (Andrade, 2012), ha experimentado cambios en sus sistemas de producción con la implementación masiva de la SD y paralelamente la adopción de cultivos genéticamente modificados resistentes a Glifosato. Por ello, es de sumo interés contar con información actualizada y contextualizada para la región sobre cómo las malezas han ido acompañando o no, las distintas tecnologías incorporadas para la producción agrícola.

En el presente trabajo se aborda la caracterización de la flora arvense desde su relación con los paquetes tecnológicos, y el uso de la tierra en los últimos 12 años para la zona agrícola de la provincia de La Pampa.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología adoptada para la consecución de este trabajo fue el de revisión bibliográfica sistematizada (Oreja, Morvillo, Torcat Fuentes y De la Fuente, 2015; Piparola, Segonds y Milano, 2018). El enfoque de la investigación es de tipo cualitativo y descriptivo. La misma se realizó a través de la base de datos electrónica Google Académico con aplicación de diferentes filtros. Las palabras clave utilizadas incluyeron el término “malezas”, y los subtemas “región”, “tipo de cultivo en particular y/o maleza”, “resistencias y tolerancias a herbicidas”. El período considerado fue 2008-2020. La búsqueda para cada año se centró en las 20 primeras pestañas o solapas del buscador (del 1 al 20). La bibliografía estuvo compuesta por artículos de revistas científicas y técnicas de divulgación, tesis de grado y de posgrado, conferencias y libros de texto, circunscriptos al área agrícola de la provincia de La Pampa. Para la elaboración de la lista florística de especies arvenses, en cada trabajo revisado, se registraron las malezas mencionadas en las campañas correspondientes al periodo estudiado, para los cultivos de soja, maíz, girasol y trigo y las resistencias detectadas. Se relevó también el sistema de labranza utilizado. La lista florística fue completada con una caracterización que incluyó información sistemática y biológica.

Para evaluar la relación entre la flora arvense

y los distintos cultivos y sistemas de labranza se utilizó el índice de similitud de Raup-Crick que se basa en datos de presencia-ausencia y usa una aleatorización (Monte Carlo) que compara el número observado de especies que ocurren en ambas asociaciones con la distribución de co-ocurrencias de 1000 repeticiones aleatorias del grupo de muestras (Raup & Crick, 1979; Chase et al., 2011). La información fue presentada a través de un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) (Taguchi y Oono, 2005) para representar la distribución de las distintas combinaciones en el espacio multidimensional usando como medida de distancia la correspondiente al índice. Para testear las diferencias se utilizó la prueba de permutación ANOSIM (Clarke, 1993).

Se realizó un análisis de agrupamientos ("clusters") a dos vías a partir de los datos de presencia-ausencia de las especies en cada uno de los cultivos y sistemas de producción (trigo, soja, maíz y girasol; labranza convencional y SD), con el método del promedio y Jaccard como medida de distancia. Todos los análisis y los gráficos se realizaron utilizando el paquete estadístico PCOrd 6 (McCune y Mefford, 2011) y PAST ver. 3.26 (Hammer, Harper y Ryan, 2001).

Para contextualizar los cambios en el uso de la tierra a nivel regional, se complementó con información particular de áreas sembradas, cultivos de invierno y verano y sistemas de labranza, de la provincia de La Pampa y su contribución a los sistemas agrícolas a nivel de la Nación. Para este fin se utilizó la información disponible en la Dirección General de Estadística y Censos - Ministerio de la Producción - Gobierno de La Pampa (Repagro, 2008-2020)

y a nivel nacional, de la Subsecretaría de Agricultura, Dirección Nacional de Agricultura, Dirección de Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (MAGyP, 2008-2020). El análisis se realizó teniendo en cuenta las zonas (subzonas) agroecológicas I, II (A, B y C) y V(E) de acuerdo con el proyecto RIAN y RIAP ya que son las que concentran mayor superficie destinadas a la agricultura. Estas zonas y subzonas coinciden en la provincia de La Pampa con las microrregiones 1, 2, 3, 6 y 7 definidas por la Dirección General de Estadística y Censos del Ministerio de la Producción (Figura 1 a y b).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema agrícola de La Pampa y su contribución a nivel nacional en los últimos 12 años

La superficie destinada a los distintos tipos de cultivos durante este período de tiempo presentó variaciones según los años considerados. La cosecha fina tuvo a nivel nacional una disminución en la superficie sembrada desde la campaña 2007/08, en la cual, de alrededor de 7 millones de hectáreas pasó a 4,5 millones en 2012/13. Desde ese momento y hasta 2019/20 se observó un aumento alcanzando una superficie de alrededor de 10 millones de hectáreas (MAGyP, 2008-2020).

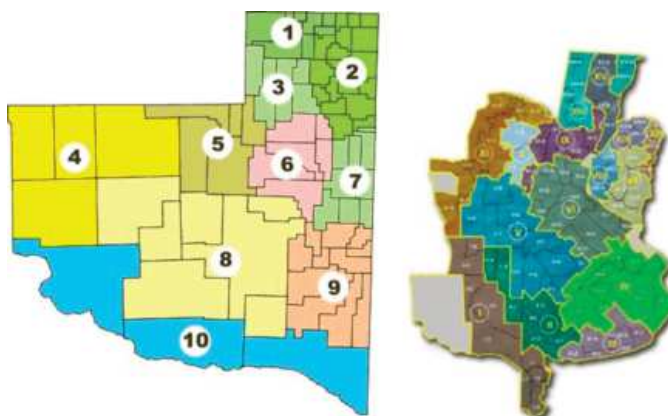


Figura 1. a) Microrregiones de la provincia de La Pampa (Dirección General de Estadística y Censos - Ministerio de la Producción - Gobierno de La Pampa) y b) Zonas agroecológicas, proyecto RIAP. Red de Información Agropecuaria Nacional. INTA RIAN (<http://rian.inta.gov.ar>).

Figure 1. a) Microrregions of La Pampa province (from General Direction of Statistics and Censuses - Production Ministry - La Pampa Government) and b) Agroecological zones (RIAP project, National Agricultural Information Network, INTA RIAN, <http://rian.inta.gov.ar>).

La provincia de La Pampa contribuyó a la superficie total de estos cultivos con valores cercanos al 10 % en las campañas 2008/09 y 2012/13, 6 % en 2010/11 hasta llegar a alrededor de 8 % en 2019/20 (Figura 2 a).

En cuanto a la cosecha gruesa, se observó a nivel nacional un incremento sostenido en la superficie sembrada desde alrededor de 24,5 millones de hectáreas en la campaña 2007/08 hasta alrededor de 29,5 millones de ha (MAGyP, 2008-2020). En La Pampa, la superficie destinada a estos cultivos se mantuvo alrededor de 1,1 millones de hectáreas lo que representa alrededor del 4 % de la superficie total sembrada (Figura 2b). El incremento de la superficie destinada a cultivos de verano ha marcado la actividad agrícola de los últimos años en la región. En general, esa tendencia se dio por la mejor rentabilidad que tuvieron estos cultivos (especialmente las oleaginosas) respecto a los cereales de invierno, pero también estuvo fortalecida por condicionamientos sobre la tenencia de la tierra y las nuevas formas de producción a cargo de terceros (Forján y Manso, 2014; Guglielmini et al., 2015). Los avances genéticos logrados para los cultivos de verano (en cuanto a productividad, tolerancia a enfermedades y plagas) y la aplicación de tecnología específica (manejo por ambientes, entre otros) favorecieron rendimientos más elevados y estables (Andrade, 2012; Forján y Manso, 2014).

Entre los cultivos de invierno, a nivel nacional, la superficie destinada al trigo fue superior al resto con una disminución hacia el período 2012-2014 y una recuperación en el período 2019/20 (MAGyP, 2008-2020). En términos relativos La Pampa contribuyó con la menor proporción de superficie destinadas a este cultivo. Las superficies utilizadas con centeno, si bien fueron las menores entre estos cultivos a nivel provincial, en términos relativos respecto al total nacional en algunos períodos alcanzó el 40 % de la superficie cultivada. En cuanto a la avena y la cebada, la superficie utilizada también fue baja. Sin embargo, en términos relativos a la superficie nacional, se destinó alrededor del 30 % en el período 2007/08 y se observó una disminución hacia el final del período estudiado donde se registró sólo un 15 % (Figura 3 a).

Entre los cultivos de verano, la superficie destinada a soja a nivel nacional superó la superficie ocupada por los restantes cultivos del mismo ciclo durante todo el período estudiado. Se observó un incremento sostenido desde 2007/08 con alrededor de 16 millones de ha hasta 20 millones en 2015/16, luego una disminución hasta 17,5 millones en 2017/18 y una ligera recuperación hasta 18,5 millones en la actualidad. En La Pampa, la superficie destinada a este cultivo ha aumentado en términos relativos respecto al total nacional desde 1,3 a 2,4 % entre los períodos 2007/08 y 2019/20 respectivamente (Figura 3b).

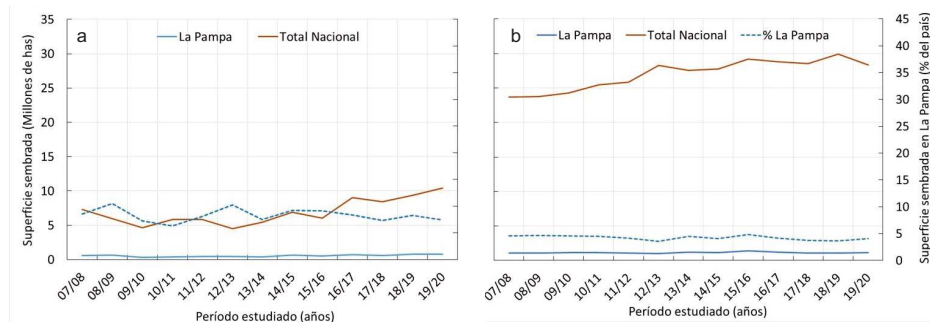


Figura 2. Superficie sembrada con cultivos de invierno (a) y de verano (b) a nivel nacional y en La Pampa durante el período 2007/08-2019/20. Línea lina: total de hectáreas; línea punteada: % de La Pampa respecto al total nacional (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación).

Figure 2. Area sown with winter (a) and summer (b) crops at the national level and in La Pampa during the period 2007 / 08-2019 / 20. Full line: hectares; dotted line: % of La Pampa with respect to the total national area (Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries of the Nation).

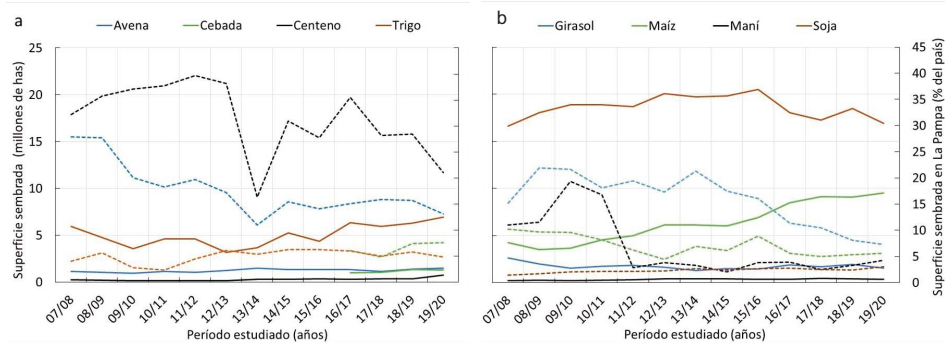


Figura 3. Superficie sembrada con (a) cultivos de invierno (Avena, Cebada, Centeno y Trigo) y (b) de verano (Girasol, Maíz, Maní y Soja) a nivel nacional y en La Pampa durante el período 2007/08-2019/20. Línea llena: total de hectáreas; línea punteada: % de La Pampa respecto al total nacional (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación).

Figure 3. Area sown with (a) winter crops (Oats, Barley, Rye and Wheat) and (b) summer (Sunflower, Corn, Peanut and Soy) nationwide and in La Pampa during the period 2007/08- 2019/20. Full line: hectares; dotted line: % of La Pampa with respect to the total national area (Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries of the Nation).

Otro de los cultivos estivales al que se ha destinado superficies considerables en el país es el maíz; en el período analizado se observó una tendencia creciente en el área sembrada que va desde alrededor de 4 millones de ha en 2007/08 hasta 9 millones en 2019/20. En La Pampa, la superficie ocupada, en términos relativos al total nacional, disminuyó del 10 al 5 % desde 2007/08 hasta 2019/20, durante el período analizado (Figura 3b).

Para el girasol se observó una caída a partir de los 2,6 millones de ha en la campaña 2007/08 hasta 1,3 millones en la campaña 2013/14 y luego un incremento hasta 2019/20, donde se registraron 1,9 millones de ha destinadas a este cultivo en todo el país (MAGyP, 2008-2020). Una alta proporción de la superficie destinada a este cultivo se encuentra en La Pampa, con los máximos valores en 2008/09 y 2013/14 donde se observó una contribución del 21 % de la superficie a nivel nacional con una posterior caída hasta el 8 %. En lo que respecta al maní, otro de los cultivos estivales, si bien se destina la menor superficie en todo el país durante todo el período estudiado, se observó que La Pampa, en términos relativos contribuyó con alta proporción de superficie (19 %) hasta 2009/2010 y luego disminuyó hasta la campaña 2011/12 y se mantuvo en niveles de alrededor del 5 % hasta 2019/20 (Figura 3b).

Cultivos y sistemas de producción: descripción de los últimos 12 años

La superficie sembrada en la provincia para cosecha fina en el período considerado se ha mantenido alrededor de 250.000 ha (Figura 4a). El porcentaje de labranza en SD ha ido en sostenido aumento hasta el 2016, pasando del 40 % al 70 % para luego mostrar un descenso.

En cuanto al trigo, la superficie destinada en SD y en las microrregiones de estudio, acompañan la tendencia de la región, con un leve incremento de 150.000 ha sembradas. La proporción de superficie con esta tecnología fue de un 50 % (Figura 5). La avena, otro de los cultivos de invierno que se realizan en la región, representó una superficie muy pequeña del total y sólo un 20 % se realiza en SD al final del período estudiado (Figura 5).

En cuanto a la cosecha gruesa la superficie destinada a su producción fue siempre superior a la destinada a los cultivos de invierno y hasta la campaña 2013 se mantuvo alrededor de las 700.000 hectáreas. En 2014 se observó una importante reducción en la superficie utilizada para estos cultivos respecto a la campaña anterior de alrededor del 32 % (Figura 4b). Esta se debe a la disminución en la superficie dedicada a la siembra de segunda, cuya realización se vio perjudicada por el déficit hídrico ocurrido en gran parte de diciembre y todo enero, impidiendo su establecimiento.

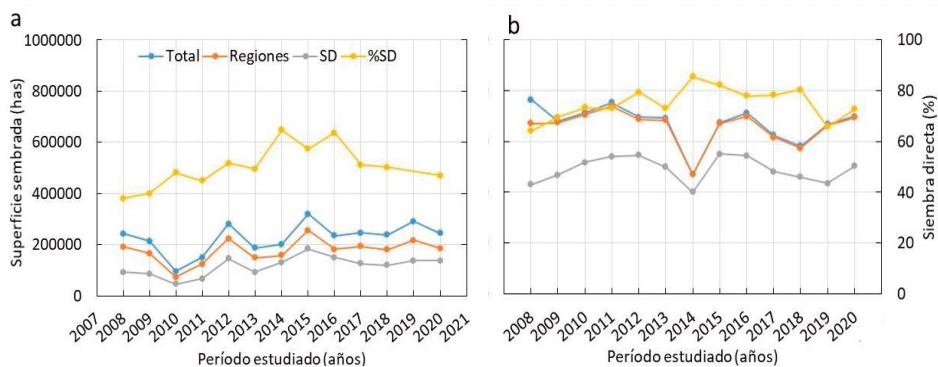


Figura 4. Superficie sembrada en la provincia de La Pampa con (a) cultivos de cosecha fina (trigo, avena, cebada, centeno) y (b) cultivos de cosecha gruesa (girasol, maíz, soja, sorgo granífero, maní): total, regiones (microregiones 1, 2, 3, 6 y 7) y en SD (se incluye la proporción en % de esta tecnología) (Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de la Producción, Gobierno de La Pampa).

Figure 4. Sown area in La Pampa Province with (a) winter crops (wheat, oats, barley, rye) and (b) summer crops (sunflower, corn, soybeans, grain sorghum, peanuts): total, regions (micro-regions 1, 2, 3, 6 and 7) and in no tillage (the proportion in % of this technology is included) (General Direction of Statistics and Censuses, Production Ministry, La Pampa Government).

La soja, seguida por el maíz, fueron los cultivos de mayor importancia en estas siembras de segunda. En el caso particular del maíz se consideró de segunda a aquellos sembrados tardíamente en el mes de noviembre (Forjan y Manso, 2014). Luego, en la campaña 2014 se observó una recuperación de la superficie destinada a estos cultivos y a partir de allí se destacó nuevamente una disminución del 40 % que se mantuvo durante las últimas campañas. En términos generales, la proporción de superficie cultivada mediante el sistema de SD fue siempre superior al 70 % (Figura 6).

La superficie destinada a girasol fue disminuyendo desde la campaña 2007/2008 hasta ocupar una superficie mínima de alrededor de 100 mil ha en la campaña 2020 (Figura 6). Salvo en las primeras dos campañas y en la anteúltima, la proporción de superficie cultivada mediante el sistema de SD fue superior al 70 %.

Con respecto al cultivo de maíz, la superficie sembrada durante los últimos años tuvo una tendencia opuesta al girasol, ya que se observó un incremento sostenido desde alrededor de 130.000 ha en 2007/2008 hasta alrededor de 300.000 ha en 2019/20 y con una proporción superior al 70 % de la superficie establecida en SD salvo en la primera y últimas dos campañas (Figura 6).

El cultivo de soja presentó desde la campaña

2007/2008 un incremento en la superficie sembrada desde 150.000 ha hasta 350.000 ha en 2013/14 y luego se observó una disminución hasta alcanzar valores de alrededor de 300.000 ha en la última campaña. Entre los cultivos de verano, la soja fue la de mayor superficie bajo SD, llegando a valores del 96 % de la superficie sembrada con esta tecnología (Figura 6).

Entre los cultivos de cosecha gruesa, para el sorgo se destinó el área más baja en esta región, donde las superficies cultivadas más importantes se observaron durante las campañas 2010-2012 y del 60 al 70 % se realizó mediante SD hasta 2015. Luego de esta fecha se observó una marcada disminución en el uso de esta tecnología para la siembra de este cultivo con valores del 20 %, hasta la última campaña donde nuevamente se aproxima a las proporciones iniciales (Figura 6).

Flora arvense: sistemas de producción y resistencia a herbicidas

Gran parte de las malezas que hoy conforman las comunidades de arvenses en la región de estudio, ya han sido citadas a nivel mundial hace 40 años (Holm, Plucknett, Pancho y Herberger, 1977) y lo destacable es que no sólo siguen estando presentes, sino que también muchas de ellas han ampliado su distribución. Las transformaciones del sistema de labranza convencional a SD han producido cambios con

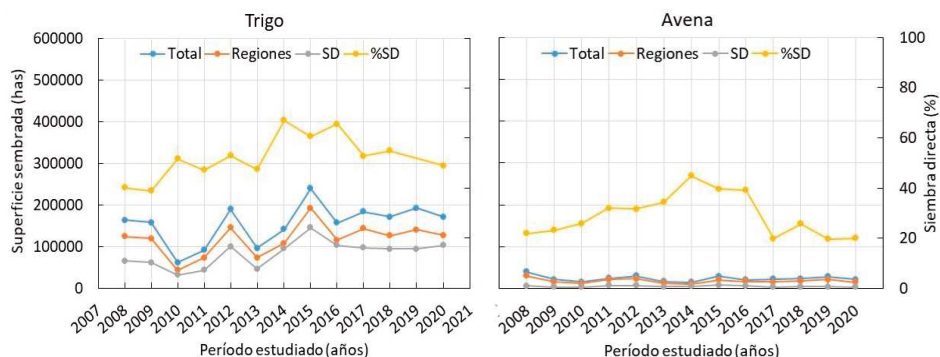


Figura 5. Superficie sembrada en la provincia de La Pampa con trigo y avena: total, regiones (micro-regiones 1, 2, 3, 6 y 7) y en SD (se incluye la proporción en % de esta tecnología) (Dirección General de Estadística y Censos- Ministerio de la Producción- Gobierno de La Pampa).

Figure 5. Sown area in La Pampa province with wheat and oats: total, regions (micro-regions 1, 2, 3, 6 and 7) and in no tillage (the proportion in% of this technology is included) (General Direction of Statistics and Censuses- Production Ministry - La Pampa Government).

importantes repercusiones a nivel de las poblaciones y comunidades de malezas en distintas regiones del país y del mundo (Istilar, Forján, Manso y Gigon, 2013; Leguizamón, 2014; Batlla, Ghersa y Benech-Arnold, 2019; Norsworthy, Bond, Scott, 2013).

Istilar et al. (2013) registraron los cambios en las comunidades de malezas y las aplicaciones de herbicidas en función de rotaciones de cultivos en SD, los resultados mostraron un incremento en el uso de glifosato, herbicidas hormonales y graminicidas; un nivel de enmalezamiento mayor y la clara necesidad de abordar la problemática a través de un manejo integrado. En el mismo sentido, Leguizamón (2014) menciona aumentos de especies de Poaceae anuales de ciclo estival y de Asteraceae con dispersión anemófila, tanto anuales como perennes. También, con respecto al glifosato, un aumento de las especies dicotiledóneas anuales de ciclo otoño-estival tolerantes a las dosis usuales, una disminución de dicotiledóneas sensibles y un cierto aumento de monocotiledóneas que requieren dosis más elevadas de este herbicida. Por otra parte, destaca que se ha facilitado el ingreso de especies denominadas “malezas nuevas” ya preadaptadas, que en realidad no lo son, y antes estaban confinadas a alambrados, banquinas y relictos y/o suelos bajos, que en general exhiben una tolerancia a glifosato. A su vez, este autor alerta sobre la generación de biotipos resistentes en varias regiones del país.

Para los agroecosistemas de la región pampeana ampliada se han listado unas 200 especies de malezas (Leguizamón et al., 2011) que presentan algún tipo de atributo de historia de vida que les confiere esta preadaptación a estos sistemas sometidos a disturbios periódicos (Batlla, Ghersa y Benech-Arnold, 2019). Al respecto, en el presente trabajo se encontraron 78 especies repartidas en 22 familias (Tabla 1), y en coincidencia con Leguizamón (2014) las más representativas en cuanto a cantidad fueron las Poaceae, Asteraceae y Brasicaceae.

Para cultivos de verano las familias con mayor número de especies fueron las Asteraceae y Poaceae con 11 y 14 especies, respectivamente, de las cuales el 78 % son anuales. Para los cultivos de invierno las Asteraceae y Brasicaceae fueron las más representativas con 8 y 10 especies, respectivamente, con un 81 % de anuales.

En cuanto a los sistemas de labranza el 70 % de las malezas que acompañaron a los cultivos de soja, maíz y girasol estuvieron asociados con la SD, mientras que el resto a la labranza convencional. Al considerar la flora arvense asociada al cultivo de trigo, el 74 % de las malezas aparecieron con la SD.

El primer caso de resistencia de malezas fue publicado por Ryan (1970) para *Senecio vulgaris* en huertos frutales a herbicidas del grupo de las triazinas (simazina).

Actualmente y a nivel mundial se han detectado 509 casos de malezas resistentes (especies x sitio de acción), con 266 especies (153 dicotiledóneas y monocotiledóneas 113). En particular, 361 especies han mostrado resistencia a glifosato (Heap, 2019) y el primer caso correspondió a *Lolium rigidum*, citado en 1996 por Powles, Debrah, Lorraine-Colwill, Dellow y Preston, 1998).

Para Argentina, la Red de Conocimiento en Malezas Resistentes (REM, 2021) menciona como especies tolerantes a: *Gomphrena* spp. (siempre viva), *Borreria* spp. (botoncito blanco), *Chloris* y *Trichloris* spp. (gramas), *Papophorum* spp. y *Commelina erecta* (flor de Santa Lucía), para las provincias de Salta, Tucumán, Chaco, Santiago del Estero, Santa Fe, Córdoba, Entre

Ríos, Buenos Aires, La Pampa y San Luis. Además, identifica 27 biotipos de 23 especies resistentes a cuatro sitios de acción y 14 casos de resistencia múltiple.

Para la región que abarca este estudio se registraron 38 casos de resistencia a distintos principios activos de los cuales 33 se relacionaron con la SD y los 5 restantes con la labranza convencional (Tabla 1). De las resistencias asociadas a SD, el 34 % correspondió a herbicidas inhibidores de EPSPS, el 15 % a inhibidores de ALS, el 9 % a inhibidores de ACCasa y el 9 % a resistencia múltiple a inhibidores de ALS y de EPSPS, lo que se correspondió con la información publicada a nivel nacional (REM, 2021).

A nivel específico, *Amaranthus hybridus* y

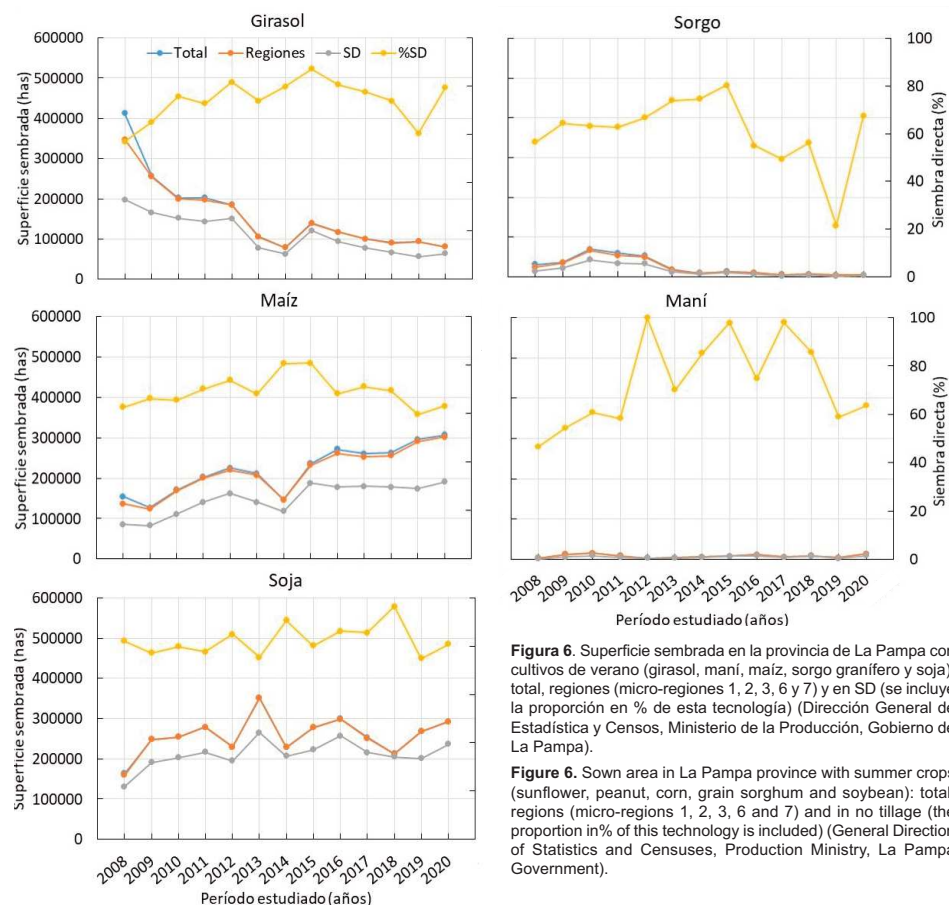


Figura 6. Superficie sembrada en la provincia de La Pampa con cultivos de verano (girásol, maní, maíz, sorgo granífero y soja): total, regiones (micro-regiones 1, 2, 3, 6 y 7) y en SD (se incluye la proporción en % de esta tecnología) (Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de la Producción, Gobierno de La Pampa).

Figure 6. Sown area in La Pampa province with summer crops (sunflower, peanut, corn, grain sorghum and soybean): total, regions (micro-regions 1, 2, 3, 6 and 7) and in no tillage (the proportion in% of this technology is included) (General Direction of Statistics and Censuses, Production Ministry, La Pampa Government).

Lolium multiflorum presentaron la mayor cantidad de resistencias a distintos principios activos y sus combinaciones (Tabla 1, Figura 7). La última resistencia reportada corresponde a *Salsola kali* var. *tragus* para la zona oeste de la provincia de Buenos Aires (Yannicari y Gigón, 2021).

Para La Pampa, se observó que la aparición de biotipos resistentes y la acumulación de resistencia, en general, siguen el mismo comportamiento que a nivel nacional (Satorre et al., 2020; REM, 2021). La curva de evolución de la aparición de biotipos resistentes en la provincia de La Pampa es de tipo exponencial donde la mayor cantidad de resistencias coinciden con el aumento en proporción de superficie bajo SD (Figura 7).

En cuanto a la relación entre la composición de especies de malezas en los distintos cultivos y sistemas de labranza, el análisis NMDS mostró una mayor similitud de la flora entre los cultivos bajo el mismo sistema. Por otra parte, separó al trigo de los cultivos de verano (Figura 8). Además, mostró que la flora tuvo una alta similitud en estos últimos bajo el mismo sistema de labranza y presentó diferencias entre ambos sistemas (Raup-Crick: Eje 1 = 0,64, Eje 2 = 0,13, estrés = 0,20, ANOSIM: $p = 0,028$ $R = 0,67$).

A partir del análisis de clasificación a dos vías se identificaron 4 agrupaciones (nivel de corte = 50,8 % de información para las especies y 57,1 % para los cultivos según sistemas de labranza; porcentajes de encadenamiento = 12,31 %) (Figura 9). El grupo 1 y el 2 estuvieron conformados por las especies que aparecieron en sistemas de producción bajo SD, en los cultivos de maíz, soja y girasol, y en los de trigo, respectivamente. El grupo 3 caracterizado por las especies que acompañan a los cultivos de verano bajo labranza convencional y, por último, aquellas que aparecen en este mismo sistema para el cultivo de trigo. Por otra parte, las especies que presentan resistencia a los herbicidas estuvieron asociadas principalmente a la SD para ambos tipos de cultivos.

Los distintos sistemas de producción agrícola se han convertido en una fuerza de selección antrópica compleja, ya que ejercen presión a

través de distintos filtros ambientales-tecnológicos sobre las comunidades de malezas. De esta manera se crean oportunidades de establecimiento no sólo para las especies denominadas “pre-adaptadas” sino para otras que también posean rasgos funcionales que se lo permitan (Leguizamón, 2014; Batlla, Ghersa y Benech-Arnold, 2019; Scursoni et al., 2019; Satorre et al., 2020). En este sentido, la SD y su tecnología asociada, ha sido uno de los principales motores en los cambios de las comunidades arvenses y en el incremento de las resistencias.

CONSIDERACIONES FINALES

Para el periodo en estudio en la provincia de La Pampa se ha observado que la superficie destinada a cultivos de invierno se mantiene alrededor de 200.000 ha, mientras que para los de verano en 600.000 ha. En cuanto a los cultivos en particular, el trigo, la soja y el maíz son los que han incrementado más la superficie sembrada.

En cuanto a la flora arvense las familias estrechamente asociadas a cultivos de cosecha gruesa fueron Asteraceae y Poaceae y a trigo, Asteraceae y Brassicaceae. Las mayores proporciones de malezas resistentes a herbicidas se encontraron en cultivos bajo SD. En los cultivos de cosecha gruesa los casos de resistencia se concentraron en las familias Amarantaceae, Poaceae y Asteraceae; mientras que en los de cosecha fina en Brassicaceae y Poaceae. Los registros de resistencia incrementaron en los últimos años, así como también la aparición de biotipos resistentes a distintas combinaciones de principios activos.

El desafío que se presenta es la incorporación de enfoques alternativos en el manejo integrado de plagas que contemplen la biología de las malezas considerando los niveles de organización poblacional y de comunidad. Por un lado, existe información disponible de muchas de las especies problemáticas, que no se utiliza al momento de la planificación y por otro, aún hay aspectos sobre estrategias de supervivencia y reproducción que no se han estudiado, especialmente en el marco de las resistencias adquiridas.

Flora arvense y su relación con los sistemas de producción agrícola en la provincia de La Pampa

Tabla 1. Lista de especies registradas para el período. Tipos de cultivos, labranza, resistencia a herbicida y año de su registro. (Elaborada a partir de Molina, 2005; Puricelli y Tuesca, 2005; Quiroga y Pérez Fernández, 2008; Belmonte et al., 2010; Corra, 2011; Scursoni, 2013; Morichetti et al. 2013; Romagnoli, Tuesca y Permingeat, 2013; Zubizarreta, 2014; Colazo y Garay, 2015; Montoya, Garay y Cervellini, 2015.; Montoya, 2016; Forján y Manso, 2016; Heap, 2021; REM, 2021; Yannicari y Gigón, 2021).

Table 1. List of registered species. Types of crops, types of tillage, herbicide resistance and year of registration.

Nombre científico	Nombre vulgar	Clase	Ciclo de vida	Familia	Cultivo	Tipo de Labranza	Resistencia a herbicidas	Año de registro
<i>Amaranthus hybridus</i> L. ssp. Hybridus	Yuyo colorado	D	A	Amarantaceae	S/M/G	SD	Inh. ALS	1996
						SD	Inh. EPSPS	2013
						SD	Inh. ALS + Inh. EPSPS	2015
						SD	Hormonales (2,4D y Dicamba)	2017
						SD	Hormonales + Inh. EPSPS	2017
<i>Amaranthus palmeri</i> S. Watson	Yuyo colorado gigante	D	A	Amarantaceae	S/M/G	SD	Inh. ALS	2013
						SD	Inh. EPSPS	2016
<i>Anmi majus</i> L.	Falsa viznaga	D	A	Apiaceae	T	SD		
<i>Anagallis arvensis</i> L.	No me olvides	D	A	Primulaceae	S/M/G	LC		
<i>Anoda cristata</i> (L.) Schldl.	Malva	D	A	Malvaceae	S/M/G	LC		
<i>Avena fatua</i> L.	Avena negra	M	A	Poaceae	T	SD	Inh. ACCasa	2010
<i>Bassia scoparia</i> (L.) A.J.Scott	Morenita	D	A	Chenopodiaceae	S/M/G	SD		
<i>Bidens pilosa</i> L.	Amor seco	D	A	Asteraceae	S/M/G	SD		
<i>Bowlesia incana</i> Ruiz & Pav	Perejilillo	D	A	Apiaceae	T	SD		
<i>Brassica rapa</i> L.	Nabo	D	A ó B	Brasicaceae	T/S/M/G	SD	Inh. ALS + Inh. EPSPS	2014
						SD	Hormonal (2,4D)	2016
<i>Bromus catharticus</i>	Cebadilla criolla	M	A	Poaceae	T	SD	Inh. EPSPS	2018
<i>Capsella bursa - pastoris</i> (L.) Medik.	Bolsa del pastor	D	A	Brasicaceae	T	SD		
<i>Carduus acanthoides</i> L.	Cardo chileno	D	A	Asteraceae	T	SD	Hormonal (2,4D) + Inh. EPSPS	2019
<i>Carduus nutans</i>	Cardo pendiente	D	A	Asteraceae	T	SD		
<i>Centaurea solstitialis</i> L.	Abrepueño amarillo	D	A ó B	Asteraceae	T	SD		
<i>Cenchrus pauciflorus</i> Benth.	Roseta	M	A	Poaceae	S/M/G	SD		
<i>Chenopodium album</i> L.	Quínoa	D	A	Chenopodiaceae	T/S/M/G	LC		
<i>Chloris virgata</i>	Cloris	M	A	Poaceae	S/M/G	SD		
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Cardo negro	D	A	Asteraceae	T	SD		
<i>Commelina erecta</i> L.	Flor de santa lucía	M	A	Commelináceas	S/M/G	SD		
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Rama negra	D	A	Asteraceae	S/M/G	SD	Inh. EPSPS	2015
<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz) E. Walker	Rama negra	D	A	Asteraceae	S/M/G	SD	Inh. EPSPS	2015
						SD	Inh. ALS	2019
<i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm.	Mastuerzo	D	A	Brasicaceae	T	LC		
<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne subsp. <i>andreae</i> (Naudin) Filov.	Zapallito amargo	D	A	Cucurbitaceae	S/M/G	SD		
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Gramón	M	P	Poaceae	S/M/G	LC		
<i>Cynodon hirsutus</i> Stent.	Gramilla mansa	M	P	Poaceae	S/M/G	LC	Inh. EPSPS	2008
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cebollín	M	P	Ciperaceae	S/M/G	LC		
<i>Datura ferrox</i> L.	Chamico	D	A	Solanaceae	S/M/G	LC		
<i>Descurainia argentinia</i> O. E. Schulz	Altamisa colorada	D	A	Brasicaceae	T	LC		
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Pasto cuaresma	M	P	Poaceae	S/M/G	SD		
<i>Digitaria insularis</i>	Pasto amargo	M	P	Poaceae	S/M/G	SD	Inh. EPSPS	
<i>Diptaxis tenuifolia</i> (L.) DC.	Flor amarilla	D	P	Brasicaceae	T/S/M/G	SD		
<i>Distichlis spicata</i> (Kunth) Arechav.	Pelo de chancho	M	P	Poaceae		SD		
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link.	Capín colorado	M	A	Poaceae	S/M/G	SD	Inh. EPSPS	2009
<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	Rúcula	D	A	Brasicaceae	T	LC		
<i>Eryngium pandanifolium</i>	Caraguatá	D	P	Apiaceae		SD		
<i>Euphorbia dentata</i> Michx.	Lecherón	D	A	Euphorbiaceae	S/M/G	SD		
<i>Gamochaeta spicata</i>	Peludilla	D	B ó P	Asteraceae	S/M/G	SD		
<i>Gnaphalium gaudichaudianum</i> DC.	Vira - Vira	D	A	Asteraceae	S/M/G	SD		
<i>Helianthus annuus</i> L.	Girasol guacho	D	A	Asteraceae	T/S/M	SD		
<i>Ipomoea purpurea</i>	Bejuco	D	A	Convolvulaceae	S/M/G			

Tabla 1. Continuación

<i>Echinochloa crus - galli</i> (L.) P. Beauv.	Capín arroz	M	A	Poaceae	S/M/G	SD	Inh. ALS	2018
						SD	Inh. ALS + Inh. EPSPS	2018
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaert.	Pata de gallina	M	A	Poaceae	S/M/G	SD	Inh. EPSPS	2012
						SD	Inh. ACCasa	2016
						SD	Inh. ALS	2015
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss.	Nabo, Nabillo	D	A ó B	Brassicaceae	T	SD	Inh. ALS + Hormonal (2.4D)	2017
						SD	Hormonal (2.4D) + Inh. EPSPS	2018
<i>Kochia scoparia</i>	Morenita	D	A	Chenopodiaceae	S/M/G	SD		
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Ortiga mansa	D	A	Lamiaceae	S/M/G	SD		
						SD	Inh. EPSPS	2007
						SD	Inh. ACCasa	2009
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Raigras anual	M	A	Poaceae	T	SD	Inh. EPSPS + Inh. ACCasa	2010
						SD	Inh. EPSPS + Inh. ALS	2010
						SD	Inh. EPSPS + Inh. ALS + Inh. EPSPS	2012
<i>Lolium perenne</i>	Raigras perenne	M	P	Poaceae	T	SD		2008
<i>Lycopsis arvensis</i> L.	Borraja pampeana	D	A	Borraginaceae	T	LC		
<i>Oenothera parodiana</i> Muñiz	Flor de la oración	D	A ó B	Onagraceae		SD		
<i>Panicum capillare</i> L.	Paja voladora	M	A	Poaceae	S/M/G	SD		
<i>Parietaria debilis</i> G. Forst.	Ocucha	D	A	Urticaceae	T	SD		
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Sanguinaria	D	A	Poligonaceae	T	SD		
<i>Polygonum convolvulus</i> L.	Enredadera anual	D	A	Poligonaceae	T	SD		
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	D	A	Portulacaceae	S/M/G	LC		
<i>Raphanus sativus</i> L.	Nabón	D	A	Brassicaceae	T	LC	Inh. ALS	2008
<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.	Mostacilla	D	A	Brassicaceae	T	LC	Inh. ALS	2018
<i>Rumex crispus</i> L.	Lengua de vaca	D	P	Poligonaceae	T	SD		
<i>Salsola kali</i> L.	Cardo ruso	D	A	Chenopodiaceae	S/M/G	LC		
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Senecio	D	A	Asteraceae	T	SD		
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv	Cola de zorro	M	A	Poaceae	S/M/G	SD		
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Afata	D	P	Malvaceae	S/M/G	SD		
<i>Sisymbrium irio</i> L.	Nabillo	D	A	Brassicaceae	T	LC		
<i>Solanum eleagnifolium</i> Cav.	Revienta caballos	D	P	Solanaceae	S/M/G	SD		
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Cerraja	D	A	Asteraceae	T/S/M/G	SD		
						LC	Inh. EPSPS	2005
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Sorgo de alepo	M	P	Poaceae	S/M/G	(Rizomas)	Inh. ACCasa	2015
						SD	Inh. EPSPS + Inh. ACCasa	2015
<i>Stellaria media</i> (L.) Cirillo	Capiquí	D	A	Cariofilaceae	T	SD		
<i>Tagetes minuta</i> L.	Chinchilla	D	A	Asteraceae	S/M/G	SD		
<i>Taraxacum officinale</i> Weber ex F.	Diente de león	D	P	Asteraceae	T/S/M/G	SD		
<i>Tribulus terrestris</i> L.	Abrojo	D	A	Zigofilaceae	S/M/G	LC		
<i>Trifolium repens</i> L.	Trébol blanco	D	P	Fabaceae	S/M/G	SD		
<i>Urochloa panicoides</i>	Brachiaria	M	A	Poaceae	S/M/G	SD	Inh. EPSPS	2014
<i>Urtica urens</i> L.	Ortiga	D	A	Urticaceae	T/S/M/G	SD		
<i>Taraxacum officinale</i> Weber ex F. H. Wieggs	Diente de león	D	P	Asteraceae	T/S/M/G	SD		
<i>Tribulus terrestris</i> L.	Abrojo	D	A	Zigofilaceae	S/M/G	LC		
<i>Trifolium repens</i> L.	Trébol blanco	D	P	Fabaceae	S/M/G	SD		
<i>Urochloa panicoides</i>	Brachiaria	M	A	Poaceae	S/M/G	SD	Inh. EPSPS	2014
<i>Urtica urens</i> L.	Ortiga	D	A	Urticaceae	T/S/M/G	SD		
<i>Veronica arvensis</i> L.	Verónica	D	A	Ecrofulariaceae	T	SD		
<i>Viola arvensis</i> Murray	Pensamiento silvestre	D	A ó B	Violaceae	T	SD		
<i>Xanthium cavanillesii</i> Schouw.	Abrojo grande	D	A	Asteraceae	S/M/G	LC		
<i>Xanthium spinosum</i> L.	Abrojo chico	D	A	Asteraceae	S/M/G	LC		
<i>Zea mays</i> L.	Maíz guacho RG	M	A	Poaceae	S/M/G	SD		

Referencias: D-dicotiledónea; M-monocotiledónea; A-anual; P-perenne; S-soja; M-maíz; G-girasol; T-trigo; LC-labranza convencional; DS-siembra directa.

References: D-dicot; M-monocot; A-annual; P-perennial; S-soybeans; M-corn; G-sunflower; T-wheat; LC-conventional tillage; DS-direct sowing

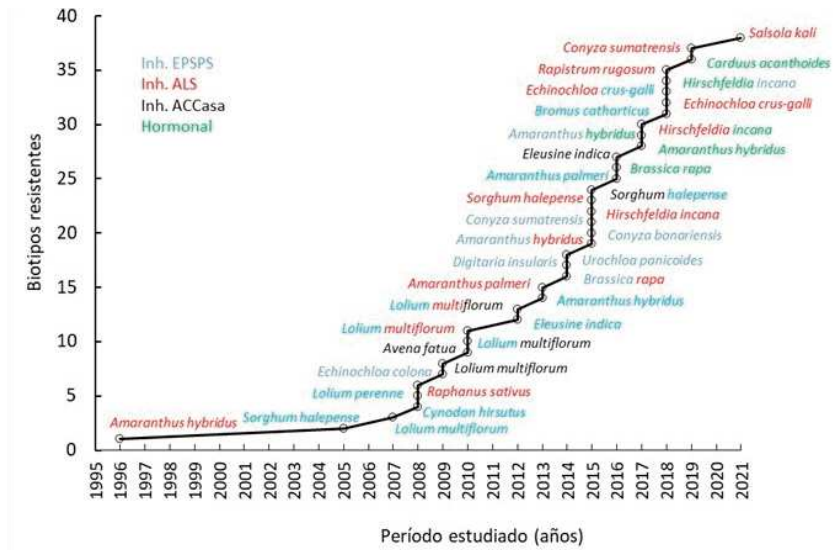


Figura 7. Aparición de biotipos resistentes y resistencias acumuladas en la región pampeana central durante el período 1995-2021.

Figure 7. Appearance of resistant biotypes and accumulated resistance in the central Pampean region during the period 1995-2021.

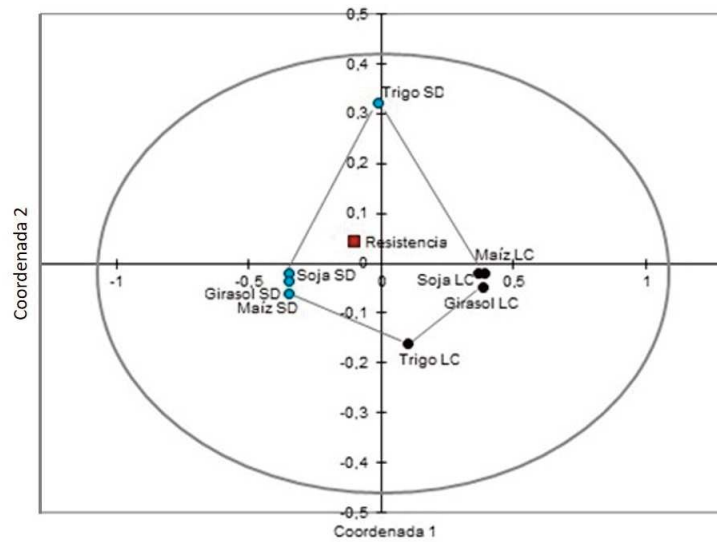


Figura 8. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) a partir del índice de similitud de Raup-Crick de la composición de la flora arvense y los distintos cultivos y sistemas de labranza. Letras minúsculas indican la vegetación. SD: siembra directa; LC: labranza convencional.

Figure 8. Non-metric multidimensional scaling analysis (NMDS) from the Raup-Crick similarity index of the weed flora composition and the different crops and farming systems. Lower case letters indicate vegetation. SD: no tillage; LC: conventional tillage.

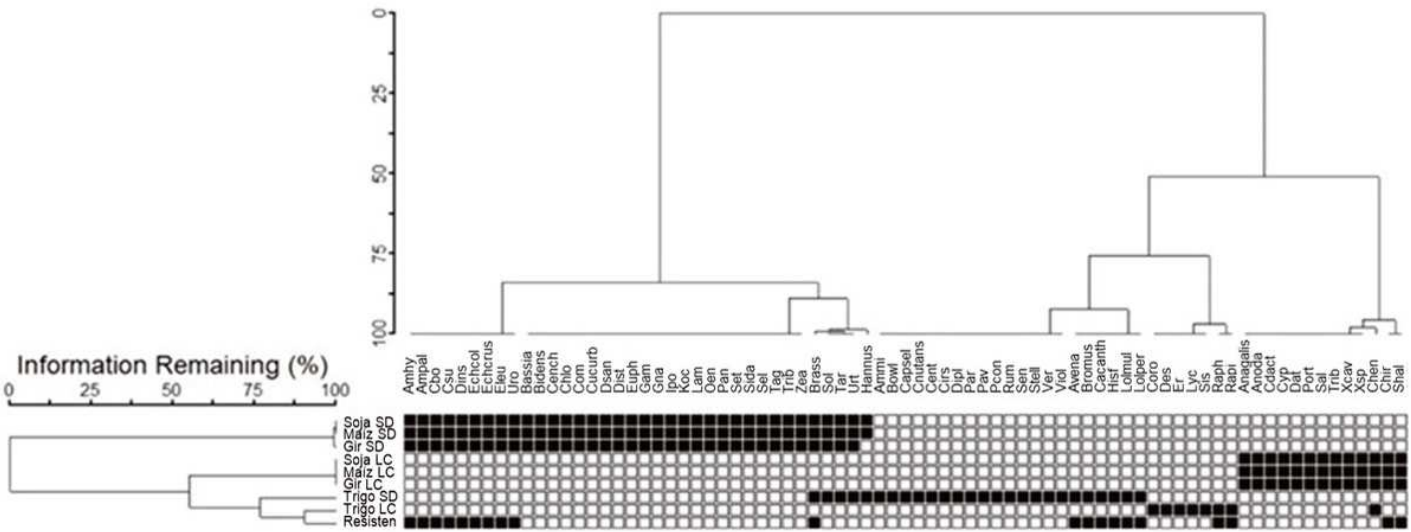


Figure 9. Análisis de clúster a dos vías. Flora arvense en relación con cada uno de los cultivos y sistemas de producción. Amhy (*Amaranthus hybridus*), Ampal (*Amaranthus palmeri*), Ammi (*Ammi majus*), Anagallis (*Anagallis arvensis*), Anoda (*Anoda cristata*), Avena (*Avena fatua*), Bassia (*Bassia scoparia*), Bidens (*Bidens pilosa*), Bowl (*Bowlesia incana*), Brass (*Brassica rapa*), Bromus (*Bromus catharticus*), Capsel (*Capsella bursa-pastoris*), Cacanth (*Carduus acanthoides*), Cnutans (*Carduus nutans*), Cent (*Centaurea solstitialis*), Cench (*Cenchrus pauciflorus*), Chen (*Chenopodium album*), Chlo (*Chloris virgata*), Cirs (*Cirsium vulgare*), Com (*Commelina erecta*), Cbo (*Conyza bonariensis*), Csu (*Conyza sumatrensis*), Coro (*Coronopus didymus*), Cucurb (*Cucurbita andreana*), Cdact (*Cynodon dactylon*), Chir (*Cynodon hirsutus*), Cyp (*Cyperus rotundus*), Dat (*Datura ferox*), Des (*Descurainia argentina*), Dsan (*Digitaria sanguinalis*), Dins (*Digitaria insularis*), Dipl (*Diplotaxis tenuifolia*), Dist (*Distichlis spicata*), Echcol (*Echinochloa colona*), Echcrus (*Echinochloa cruz-galli*), Eleu (*Eleusine indica*), Er (*Eruca vesicaria*), Euph (*Euphorbia dentata*), Gam (*Gamochoa spicata*), Gna (*Gnaphalium gaudichaudianum*), Hannus (*Helianthus annuus*), Hirsf (*Hirschfeldia incana*), Ipo (*Ipomoea purpurea*), Koc (*Kochia scoparia*), Lam (*Lamium amplexicaule*), Lolmul (*Lolium multiflorum*), Lolper (*Lolium perenne*), Lyc (*Lycopsis arvensis*), Oen (*Oenothera parodiana*), Pan (*Panicum capillare*), Par (*Parietaria debilis*), Pav (*Polygonum aviculare*), Pcon (*Polygonum convolvulus*), Port (*Portulaca oleracea*), Raph (*Raphanus sativus*), Rapi (*Rapistrum rugosum*), Rum (*Rumex crispus*), Sal (*Salsola kali*), Sen (*Senecio vulgaris*), Set (*Setaria viridis*), Sida (*Sida rhombifolia*), Sis (*Sisymbrium irio*), Sel (*Solanum elaeagnifolium*), Sol (*Sonchus oleraceus*), Shal (*Sorghum halepense*), Stell (*Stellaria media*), Tag (*Tagetes minuta*), Tar (*Taraxacum officinale*), Trib (*Tribulus terrestris*), Trif (*Trifolium repens*), Uro (*Urochloa panicoides*), Urt (*Urtica urens*), Ver (*Veronica arvensis*), Viol (*Viola arvensis*), Xcav (*Xanthium cavanillesii*), Xsp (*Xanthium spinosum*), Zea (*Zea mays*); SD: siembra directa; LC: labranza convencional.

Figure 9. Two-way cluster analysis. Weed flora in relation to each of the crops and production systems.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente a los evaluadores anónimos ya que con sus aportes permitieron mejorar sustancialmente este trabajo

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, F. (2012). Contribuciones de la ecofisiología de cultivos a la producción agrícola. Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Tomo LXVI, Buenos Aires, Argentina.
- Belmonte, M. L., Fernández, M. D., Bellini Saibene Y., Lorda, H., Fuentes M. E., Rossi A., Garay J. y Rivarola R. (2010). Caracterización tecnológica y productiva del cultivo de trigo y otros cereales de invierno para la región semiárida pampeana central. En: El cultivo de trigo en la región semiárida y sub-húmeda pampeana. (Eds. Bono, A., Quiroga, A., y I. Frasier). Pub. Tec. N° 79. EEA Anguil. Pp 13-32
- Batlla, D., Ghersa, C. M., & Benech-Arnold, R. L. (2019). Dormancy, a critical trait for weed success in crop production systems. *Pest Management Science*, 76, 1189-1194.
- Capdevila-Argüelles, L., Zilletti, B. y Suarez-Alvarez, V. A. (2013). Causas de la pérdida de biodiversidad: especies exóticas invasoras. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 10, 55-75.
- Chaneton, E. J., Omacini, M., Trebino, H. J. y León, R. J. C. (2001). Disturbios, dominancia y diversidad de especies nativas y exóticas en pastizales pampeanos húmedos. *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 53, 121-140.
- Chase, J. M., Kraft, N. J. B., Smith, K. G., Yellend, M., & Inouye, B. D. (2011). Using null models to disentangle variation in community dissimilarity from variation in α -diversity. *Ecosphere*, 2(2), 11.
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18, 117-143.
- Colazo, J. C. y Garay, J. A. (2015). El cultivo de maíz en San Luis. En: Ediciones INTA Información técnica 188, Control de malezas en el cultivo de maíz (pp. 102-104). EEA INTA San Luis.
- Corra, O. S. (2011). Soja: investigación científico-técnica desarrollada en el INBA (CONICET/FAUBA) y en la FAUBA. En: J. Scursoni (Ed.). *Malezas en soja: consecuencias de su "control"* (pp. 149-153). Primera Edición. Bs. As., Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- de la Fuente, E. B., Oreja, F. H., Lenardis, A. E., Torcat Fuentes, M., Agosti, B., Barrio, A., Barberis, S., Robredo, J., Gil, A., Marzetti, M., & Niccia, E. (2021). Intensification of crop rotation affecting weed communities and the use of herbicides in the rolling Pampa. *Heliyon*, 7(1), 60-89. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06089>.
- De la Fuente, E., Suárez, S., & Ghersa, C. (2006). Soybean weed community composition and richness between 1995 and 2003 in the Rolling Pampas (Argentina). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 115, 229-236.
- Duke, S. O. (2005). Taking stock of herbicide-resistant crops ten years after introduction. *Pest Management Science*, 61, 211-218.
- Fernández, A., Leguizamón, E. y Acciaresi, H. (2014). Capítulo I. Definiciones: Visión y enfoque. En O. A. Fernández, E. S. Leguizamón y H. A. Acciaresi (Eds). *Malezas e Invasoras de la Argentina* (pp.1-24). Tomo I: Ecología y manejo. 1a ed. Editorial de la Universidad Nacional del Sur.
- Forján, H. J. y Manso, M. L. (2016). Capítulo 7. Las malezas, plagas y enfermedades. Evolución de las poblaciones de malezas. Diferencias entre tratamientos. La rotación como herramientas de control. En: *Rotaciones y secuencias de cultivos en la región mixta cerealera del centro-sur bonaerense* (pp. 46-53). Ediciones INTA
- Forján, H. y Manso, L. (2014). El área sembrada con cultivos de verano en la región: Estimación de la Campaña 2013/14. Serie: Informes Técnicos, Año 2 N° 1, Publicaciones Regionales, Chacra Experimental Integrada Barrow. Ediciones INTA.
- Guglielmini, A., Kruk, B. C. y Satorre, E. H. (2015). Un enfoque funcional al análisis de los cambios en las comunidades de malezas de los sistemas agrícolas extensivos de la región pampeana. *Revista de Agronomía y Ambiente*, 35(2), 121-130.
- Hammer, O., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9.
- Harper, J. L. (1990). *Population biology of plants*. Eighth impression. London Academic Press.
- Heap, I. (2019). The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. www.weedscience.org
- Holm, L. G., Plucknett, D. L., Pancho, J. V., & Herberger, J. P. (1977). The World's worst weeds, distribution and biology. The University Press of Hawaii, Honolulu. Interdisciplinarity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 100(1), 39-51.
- InBiar. (2021). Sistema nacional de información sobre especies exóticas invasoras. <http://www.inbiar.uns.edu.ar>
- Istiltart, C., Forján, H., Manso, L. y Gigon, R. (2013). Cambios de las comunidades de malezas y en las aplicaciones de herbicidas durante 12 años en distintas rotaciones de cultivos en SD en la zona pampeana sur. Chacra experimental integrada Barrow convenio MAA (Bs.As.) – INTA.
- Leguizamón, E. S. (2014). Capítulo II: La agricultura y

Suárez, C. Estelrich, D. y Siri, J.

las malezas: pasado, presente y perspectivas. En: O. A. Fernández, E. S. Leguizamón y H. A. Acciaresi (Eds). *Malezas e Invasoras de la Argentina* (pp. 25-44). Tomo I: Ecología y manejo, 1a ed. Editorial de la Universidad Nacional del Sur.

Leguizamón, E. S., Berbery, M. T., Cortese, P., García Sampredo, C., Heit, G., Ochoa, M. C., Sobrero, M. T., Arregui, C., Sánchez, D., Scotta, R., Lutz, A., Amuchástegui, A., Gigón, R., Marchessi, J. E., Núñez, C., Zorza, E., Rivarola, R., Scapini, E., Fernández, M., Suárez, C. E. y Troiani, H. (2011, octubre). Vigilancia fitosanitaria en argentina: detección precoz de malezas cuarentenarias. XXXIII Jornadas Argentinas de Botánica. Boletín de la SAB, suplemento. Posadas, Misiones.

Leguizamón, E. S., Suárez, C. E. y Fernández, O. A. (2014). Capítulo V: Ecología de malezas I: Poblaciones vegetales. Reproducción, Estrategias Adaptativas. En O. A. Fernández, E. S. Leguizamón y H. A. Acciaresi (Eds). *Malezas e Invasoras de la Argentina*. Tomo I: Ecología y manejo (pp. 101-138). 1a ed. Editorial de la Universidad Nacional del Sur.

Manuel-Navarrete, D, Gallopín, G. C, Blanco, M, Díaz-Zorita, M, Ferraro, D. O, Herzer, H, Laterra, P, Murmis, M. R, Podestá, G. P, Rabinovich, J, Satorre, E. H, Torres, F., & Vigizzo, E. F. (2009). Multi-causal and integrated assessment of sustainability: the case of agriculturization in the Argentine Pampas. *Environment, Development and Sustainability*, 11, 621-638.

Mashhadi, H. R., & Radosevich, S. R. (2004). Invasive plants. In: Inderjit (ed.). *Weed biology and management* (pp. 1-28). Kluwer Academic Publishers.

Molina, J. C. 2005. *Malezas Argentinas*, Tomo 1. Buenos Aires. Editorial Hemisferio Sur.

Montoya, J. C. (2016). Malezas en cultivo de girasol: estrategias de manejo y control. Ediciones INTA, Boletín de Divulgación Técnica 114 (pp. 5-10). EEA INTA Anguil.

Montoya, J. C., Garay, J. A. y Cervellini, J. M. (2015). Amaranáceas en la Región Semiárida Central Argentina: La Pampa y San Luis. Ediciones INTA, EEA INTA Anguil.

Morichetti, S., Cantero, J. J., Núñez, C., Barboza, G. E., Amuchástegui, A., & Ferrell, J. (2013). On the presence of *Amaranthus palmeri* (Amaranthaceae) in Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 48, 347-353.

Norsworthy, J. K., Bond, J., & Scott, R. C. (2013). Crop weed management practices and needs in Arkansas and Mississippi rice. *Weed Technology*, 27, 623-630.

Oreja, F. H., Morvillo, C. M., Torcat Fuentes, M. y De la Fuente, E. B. (2015). Escenario actual de las publicaciones científicas relacionadas con las malezas en la Argentina: comparación con

algunos países de América. *Revista de la Facultad de Agronomía UBA*, 35(2), 131-140.

Papa, J. C. M, Felizia, J. C. y Esteban, A. J. (2004). Tolerancia y Resistencia a Herbicidas. Centro Regional Santa Fe. Rosario. Sitio Argentino de Producción Animal <http://www.produccion-animal.com.ar/>

Pengue, W. A. (2000). *Cultivos transgénicos: ¿hacia dónde vamos? Algunos efectos sobre el ambiente, la sociedad y la economía de la nueva "recombinación" tecnológica*. Lugar Editorial, UNESCO, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe.

Pérez-Carrera, A. A., Moscuza, C. H. y Fernández-Cirelli, A. (2008). Efectos socioeconómicos y ambientales de la expansión agropecuaria. Estudio de caso: Santiago del Estero, Argentina. *Ecosistemas*, 17:1.

Piparola, S., Segonds, S. y Milano, F. (2018). Herramientas de manejo en campos de la zona sudeste del caldenal (Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Veterinarias-UNCPBA). Tandil, Argentina.

Powles, S. B. (2008). Evolved glyphosate-resistant weeds around the world: lessons to be learnt. *Pest Management Science*, 64, 360-365.

Powles, S., Debrah F., Lorraine-Colwill, J., Dellow, J., & Preston, C. (1998). Evolved Resistance to Glyphosate in Rigid Ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia. *Weed Science*, 46(5), 604-607.

Puricelli, E. y Tuesca, D. (2005). Efecto del sistema de labranza sobre la dinámica de la comunidad de malezas en trigo y en barbechos de secuencias de cultivos resistentes a glifosato. *AgriScientia*, 22(2), 69-78.

Quiroga, A. y Pérez Fernández, J. (2008). Capítulo 6. El cultivo de girasol en la región semiárida pampeana. En J. C. Montoya, C. Porfiri, N. Romano y N. Rodríguez (Eds). *Manejo de malezas en el cultivo de girasol* (pp. 49-63). EEA INTA Anguil.

Raup, D. M., & R. E. Crick. (1979). Measurement of faunal similarity in paleontology. *Journal of Paleontology*, 53, 1213-1227.

REM - AAPRESID. (2021). Red de conocimiento en malezas resistentes. <http://www.aapresid.org.ar/rem/mapa-de-malezas-tolerantes-de-diez-provinciasargentinas/>

REPAGRO. (2008-2020). Dirección General de Estadística y Censos- Ministerio de la Producción- Gobierno de La Pampa. <https://estadistica.lapampa.gov.ar/repagro.html>

Romagnoli, M. V., Tuesca, D., & Permingeat, H. R. (2013). Characterization of *Amaranthus quitensis* resistance to three families of herbicides. *Ecología Austral*, 23, 119-125

Ryan, G. F. (1970). Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. *Weed Science*, 18, 614-616.

Satorre, E. H. (2001). Production Systems in the Argentine Pampas and their Ecological Impact. In: R. Paarlberg, O. Solbrig y F. Di Castri (Eds).

- Globalization and the rural environment* (pp. 79-102). David Rockefeller Center for Latin American Studies. Harvard University Press.
- Satorre, E. H. (2005). Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual. *Ciencia Hoy*, 87, 24-31.
- Satorre, E. H. (2012). Recent changes in Pampean agriculture: possible new avenues to cope global change challenges. In: Slafer and Araus (eds). *Crop stress management & Climate Change* (pp. 47-57). CABI Climate Change Series.
- Satorre, E. H., de la Fuente, E. B., Mas, M. T., Suárez, S. A., Kruk, B. C., Guglielmini, A., & Verdu, A. M. C. (2020). Crop rotation effects on weed communities of soybean (*Glycine max* L. Merr.) agricultural fields of the Flat Inland Pampa. *Crop Protection*, 130(2020), 50-68.
- Scursoni, J. A., Vera, A. C. D., Oreja, F. H., Kruk, B. C., & de la Fuente, E. B. (2019). Weed management practices in Argentina crops. *Weed Technology*, 33, 459-463. <https://doi.org/10.1017/wet.2019.26>
- Scursoni, J. (2013). Capítulo 2, Reconocimiento de diferentes especies malezas. Especies relevantes en cultivos extensivos de la región pampeana. En: Scursoni, J.(Ed). *Malezas: concepto, identificación y manejo en sistemas cultivados* (pp. 35-57). 2da edición. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Sheley, R. L., Jacobs, J. S., & Carpinelli, M. F. (1998). Distribution, biology and management of diffuse knapweed (*Centaurea diffusa*) and spotted knapweed (*Centaurea maculosa*). *Weed Technology*, 12, 353-362.
- Soriano, A. (1971). Aspectos rítmicos o cíclicos del dinamismo de la comunidad vegetal. En: R.H. Mejía y J.A. Moguilevski (eds). *Recientes adelantos en Biología* (pp. 441-445). Buenos Aires. Argentina.
- MAGyP. (2008-2020). Subsecretaría de Agricultura, Dirección Nacional de Agricultura, Dirección de Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/>
- Taguchi, Y. H., & Oono, Y. (2005). Relational patterns of gene expression via non-metric multidimensional scaling analysis. *Bioinformatics*, 21, 730-740.
- Technology Notes. (1998). "Herbicide Resistance" and "Herbicide Tolerance" Defined. *Weed Technology*, 12(4), 789-789. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00044766>
- Viglizzo, E. F., Frank, F. C., Carreno, L.V., Jobbagy, E. G., Pereyra, H., Clatt, J., Pincen, D., & Ricard, M. F. (2011). Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global Change Biology*, 17, 959-973.
- Vila-Aiub, M. M. y Fischer, A. (2014). Capítulo XVII. Resistencia a herbicidas. En O. A. Fernández, E. S. Leguizamón y H. A. Acciaresi (Eds). *Malezas e Invasoras de la Argentina* (pp. 423-447). Tomo I: Ecología y manejo. 1a ed. Editorial de la Universidad Nacional del Sur.
- Yannicari, M. y Gigón, R. (2021). Cardo ruso Salsola tragus L. resistente a glifosato en el oeste de la provincia de Buenos Aires. (SENASA, <https://www.sinavimo.gob.ar/> y en The International Herbicide-Resistant Weed Database. www.weedscience.org).
- Zubizarreta, L. (2014). Guía de reconocimiento de malezas. Syngenta. Vicente López, Argentina. www.syngenta.com.ar