

PERCEPCIÓN DE LOS AGRICULTORES DE LA REGIÓN PAMPEANA SOBRE LAS ADVERSIDADES BIÓTICAS DE LOS CULTIVOS DE GRANO

Sebastián Rodríguez; Betina C. Kruk; Emilio H. Satorre

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Vegetal
Cátedra de Cerealicultura, Av. San Martín 4453 (1417), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
E-mail: sebrodriguez@agro.uba.ar

Recibido: 04/12/2018

Aceptado: 08/04/2019

RESUMEN

En los últimos años, los sistemas de cultivos extensivos de la región pampeana experimentaron cambios tecnológicos que permitieron incrementar significativamente la producción de granos, los que a su vez promovieron transformaciones en la organización de las comunidades de malezas, plagas y enfermedades que acarrearón algunos problemas como la aparición de biotipos resistentes a productos fitosanitarios, la reducción de la biodiversidad y la contaminación de fuentes de agua por la acumulación de agroquímicos. Usualmente, reconocer estas dificultades es el primer paso para enfrentarlas; y el estudio de la percepción de los productores agrícolas sobre las adversidades es una herramienta útil para generar una mejor aproximación al problema. El objetivo de este trabajo es comprender la percepción de los productores de la región pampeana sobre el impacto de las adversidades bióticas (malezas, plagas y enfermedades) que afectan sus cultivos. Para ello, se realizó una encuesta escrita a 86 productores agrícolas de la región pampeana donde se les pidió que jerarquicen el perjuicio ocasionado por las adversidades que afectan a sus cultivos y la frecuencia con que aparecen, para calcular un índice de importancia que combina adversidad-cultivo. Las malezas vinculadas con los cultivos de verano (soja y maíz) fueron la adversidad biótica que mayor preocupación generó en productores de la región estudiada. En segundo lugar, se encontraron las enfermedades relacionadas principalmente con los cultivos de invierno (trigo y cebada). En todos los cultivos extensivos de grano, las plagas resultaron ser la adversidad menos importante y, por lo tanto las que requerían menor nivel de intervención.

Palabras clave: encuestas de percepción, enfermedades, malezas, plagas, productores agropecuarios.

FARMER'S PERCEPTION OF THE IMPORTANCE OF BIOTIC ADVERSITIES OF EXTENSIVE GRAIN CROPS IN THE PAMPAS REGION

SUMMARY

Recently, extensive cropping systems in the Pampas region experienced great technological changes, resulting in an increase in grain crop production. These changes modified the organization of weed, pest and disease communities and brought new problems such as the appearance of weed and pest biotypes resistant to herbicides or pesticides, reduction of biodiversity and water contamination by the accumulation of agrochemicals. To recognize those issues is the first step to face them, and the study of farmer's perception of the biological adversities is a useful tool to get a better approach to the problem. The objective of this work was to evaluate the perception of Pampean farmers on the importance of biotic adversities (weeds, pests and diseases) affecting their grain crops. For this purpose a written survey was conducted to 86 leading farmers from the Pampas region. They were asked to rank the damage of the adversities that affect their crops, and the frequency of their appearance to calculate an importance index that combines adversity-crop. Weeds were the most important biotic adversity to the

Pampas farmers and they were associated to summer crops (soybean and maize). Crop diseases were the second biotic factor affecting their production systems, mainly related to winter crops (wheat and barley). Finally, insect pests were the least important adversity, requiring low farm intervention to control pests in extensive agricultural systems of the Pampas.

Key words: diseases, growers, pests, survey, weeds.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años, los sistemas de cultivos pampeanos experimentaron cambios tecnológicos muy significativos. Entre los aspectos de mayor impacto pueden mencionarse la "agriculturización" de las empresas productivas, la reducción del laboreo mecánico de los suelos y la simplificación de tareas de control de las adversidades (Satorre, 2011). A estos atributos, se le suma la expansión de cultivos de soja y maíz resistentes al herbicida glifosato (RG) y a plagas del orden Lepidoptera a partir de la liberación de híbridos y cultivares con el gen bacteriano de acción insecticida (Bt) (ArgenBio, 2018). Estos cambios tecnológicos en los sistemas de producción pampeanos han promovido modificaciones en la organización de las comunidades de malezas, plagas y enfermedades, como la aparición de poblaciones tolerantes o resistentes a determinados métodos de control (Yannicari *et al.*, 2012; Vila-Aiub *et al.*, 2013; Trumper, 2014; Heap, 2017; REM, 2017; Chandrasena *et al.*, 2018), la reducción de la biodiversidad (Riches y Valverde, 2002; Marshall *et al.*, 2003; Cerdeira y Duke, 2006; de la Fuente *et al.*, 2006) y la contaminación de fuentes de agua por la acumulación de agroquímicos (Perruzzo *et al.*, 2008; Viglizzo *et al.*, 2011; De Gerónimo *et al.*, 2018).

Frente a la presencia de adversidades en los sistemas productivos, los diferentes actores involucrados (productores, asesores e investigadores, etc.) responden con distintas estrategias según su percepción de las mismas (Wilson *et al.*, 2008). La complejidad de los cambios de las últimas décadas pone al manejo de las adversidades bióticas en un punto crítico debido al impacto social, económico y ambiental de las decisiones de los pro-

ductores agrícolas sobre los agroecosistemas. Por ello, la valoración de los problemas y el estudio de su percepción se han convertido en dos aspectos relevantes para el desarrollo de estrategias integradas de manejo y control; en particular para el manejo integrado de malezas de los lotes de producción agrícola (Satorre, 2015; Dentzman *et al.*, 2016).

Algunos autores han intentado estudiar la forma en la que los diferentes productores y asesores agrícolas interpretan el proceso de enmalezamiento en diversas partes del mundo (Gibson *et al.*, 2005; Norsworthy *et al.*, 2007; Wilson *et al.*, 2008; Agbarevo, 2013; Riar *et al.*, 2013), y todos concluyen en que es necesario conocer la percepción del problema para elaborar diagnósticos más acertados, como base para la búsqueda de soluciones efectivas y el diseño de prácticas de manejo en el largo plazo. Por ello, el objetivo de este trabajo fue comprender la percepción de los productores de la región pampeana sobre el impacto de las adversidades bióticas (malezas, enfermedades y plagas) que afectan a sus cultivos, a fin de establecer un marco de referencia para el desarrollo de herramientas integradas que permitan promover un manejo sustentable de los sistemas agrícolas pampeanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el mes de abril del año 2015 se realizó una encuesta escrita a 86 productores agropecuarios de la región pampeana en el marco de jornadas de capacitación agrícola sobre el manejo de adversidades en cultivos extensivos. Las personas encuestadas presentaban un perfil empresarial capitalizado y eran encargadas de tomar decisiones sobre el manejo agrícola-ganadero en gran-

des extensiones de tierras cultivadas (2500 hectáreas en promedio). Este tipo de actores se ha impuesto en la región en los últimos años y generan una gran proporción de la producción agrícola del país (Rubione y Ward, 2016). En total representaban 41 partidos/departamentos (137.144 km²), ocupando gran parte de la región Pampeana argentina. A través de la encuesta, se les pidió a los actores que ordenen las adversidades bióticas (plagas, malezas y enfermedades) de acuerdo al perjuicio que ocasionaban en sus cultivos (jerarquía de importancia), ya sea por pérdida de rendimiento, calidad del producto cosechado, dificultad de manejo o costo de control. La encuesta estuvo dirigida hacia las adversidades bióticas más importantes que afectan a los cuatro cultivos más producidos en la región: soja (*Glycine max* L. Merrill), maíz (*Zea mays* L.), trigo (*Triticum* spp. L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) (Agroindustria, 2016). Luego, para cuantificar el nivel de importancia de cada adversidad, se solicitó que indiquen con qué frecuencia ocurrían dichas adversidades en cada cultivo a través de las opciones: esporádicamente (menor a 25%), frecuentemente (25-75%) o muy frecuentemente (mayor al 75% de los años).

Para georreferenciar las respuestas, cada productor debía incluir la localidad del establecimiento y ubicarla en una de las tres zonas propuestas: i) "Zona Pampeana Norte", Centro-Norte de la provincia de Buenos Aires (48 encuestados), ii) "Zona Pampeana Oeste", Oeste de la provincia de Buenos Aires-Este de la provincia de La Pampa (12 encuestados) y iii) "Zona Pampeana Sur", Sur de la provincia de Buenos Aires (26 encuestados) (Figura 1). Como criterio para establecer estas tres zonas, se tuvo en cuenta el agrupamiento de establecimientos a partir de características edafo-climáticas similares y la implementación de sistemas de producción de cultivos semejantes (Soriano *et al.*, 1991; Calviño y Monzon, 2009; Satorre, 2015).

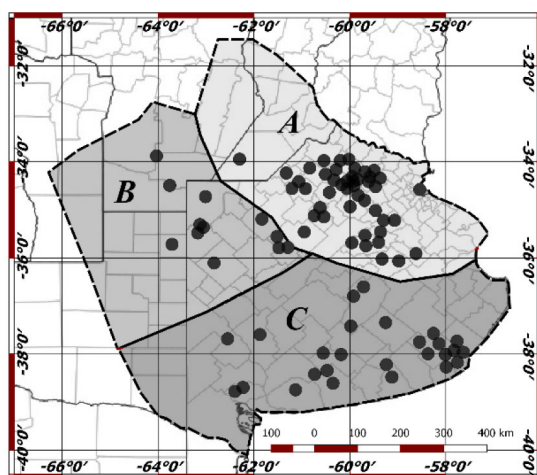


Figura 1. Ubicación geográfica de las localidades correspondientes a los establecimientos de los productores agropecuarios que respondieron la encuesta. A: "Zona Pampeana Norte"; B: "Zona Pampeana Oeste"; C: "Zona Pampeana Sur".

Para el análisis de datos se le asignó un número del 1 al 3 (siendo 1, más importante y 3, menos importante) a cada combinación adversidad-cultivo, de acuerdo a la jerarquía de importancia y a la frecuencia que le otorgaba cada productor a las diferentes adversidades (plagas, malezas o enfermedades). Luego, se estimó un índice de importancia general, aplicando la siguiente ecuación (Ecuación [1]) a cada encuesta:

$$\text{Imp} = \frac{100}{J \times F} \quad [1]$$

Donde Imp, es la importancia que le da cada productor a cada combinación adversidad-cultivo; J, comprende la jerarquía del impacto de las adversidades en cada cultivo y F, la frecuencia con la que ocurren dichas adversidades en cada cultivo según la escala indicada arriba (entre 1 y 3). Por lo tanto, cuanto mayor sea la importancia que se le otorgue a los valores J y F, menor será su valor numérico. Finalmente se promediaron los valores de Imp y se agruparon por zona.

Con el fin de comparar la percepción de las diferentes adversidades con el costo de los insumos empleados para su control, se esti-

mó el gasto implicado en la compra de agroquímicos para la producción de los cuatro cultivos (soja, maíz, trigo y cebada) en la zona estudiada. Para ello, se utilizaron estimaciones de la cantidad de herbicidas, insecticidas y fungicidas aplicados en base a dosis medias zonales para la campaña 2014/15 bajo un nivel tecnológico medio en los diferentes partidos/departamentos donde se ubicaban los actores encuestados (Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 2016). Estos datos fueron afectados por el costo de cada producto fitosanitario (Márgenes Agropecuarios, 2016) y la superficie sembrada en la campaña vigente con cada cultivo en cada una de las localidades/partidos nombrados (Agroindustria, 2016).

Teniendo en cuenta que los datos no cumplieron con el supuesto de normalidad, se realizó un análisis estadístico no paramétrico (Kruskal-Wallis) con un nivel de significancia de $p<0,05$ utilizando el software estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Independientemente del cultivo y de la zona, la adversidad biótica que mayor preocupación despertó en los productores pampeanos fueron las malezas, seguida por las enfermedades y luego las plagas (con valores de *Imp* de 55,05; 46,17 y 23,72, respectivamente). Estos resultados estuvieron influenciados principalmente por los niveles de jerarquía que los productores le otorgaron a las malezas (Cuadro 1). Las diferencias podrían deberse a que las malezas comprenden la adversidad biótica con mayores pérdidas de rendimiento en los cultivos comerciales (Oerke, 2006); ya que, además de generar menores volúmenes, su presencia perjudica la calidad de la producción y causa problemas técnicos durante la cosecha. Asimismo, Cramer (1967) demostró que las pérdidas de pre-cosecha causadas por las malezas podrían ser de la misma magnitud de aquellas causadas por enfermedades fúngicas y supe-

riores a las causadas por los insectos en la producción de cultivos extensivos.

Cuadro 1. Importancia, frecuencia y jerarquía general de las adversidades bióticas en cultivos de la región pampeana. *Imp*: importancia media calculada según Ecuación [1]; *F*: frecuencia con la que ocurre cada adversidad; *J*: jerarquía del impacto de las adversidades; *n*: número de combinaciones adversidad-cultivo. Los valores son promedio de cuatro cultivos (Soja, maíz, trigo y cebada).

Adversidad	<i>Imp</i>	<i>F</i>	<i>J</i>	<i>n</i>
Malezas	55,05 a	1,81 a	1,63 a	297
Enfermedades	46,17 b	1,91 a	1,92 b	298
Plagas	23,72 c	2,34 b	2,49 c	291

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) de los valores de *Imp*, *F* y *J* de cada adversidad.

En concordancia con estos datos, la estimación de gastos en agroquímicos del mismo año en que se llevó a cabo la encuesta demostró que los herbicidas representaban el 67% del gasto total en la superficie estudiada, destacándose el cultivo de soja con costos de 665 millones de dólares (Figura 2a). Sin embargo, en esa misma fuente, los insecticidas ocuparon el segundo lugar (17%) y los fungicidas el tercero (15%), con costos estimados en 217 y 192 millones de dólares, respectivamente (Figura 2a). Esta diferencia entre las percepciones de los productores y el valor de mercado sugiere que el mercado de agroquímicos es un estimador incompleto de la importancia de una adversidad para una empresa agrícola, pues su valor depende de la magnitud del problema (valores de importancia en esta encuesta), pero también del área involucrada y del costo del producto. Como los cultivos analizados no ocupan la misma superficie en cada región, la venta de productos aisladamente se asocia sólo parcialmente a la percepción del productor sobre las dificultades y perjuicios de un tipo de adversidad.

La interacción adversidad x cultivo resultó estadísticamente significativa ($p<0,05$). En los cultivos de verano, las malezas fueron la adversidad más importante, alcanzando un

índice de importancia del 90,6 en el cultivo de soja y 62,4 en el cultivo de maíz (Figura 2b). Por su parte, las enfermedades fueron las adversidades de mayor importancia en los cultivos de trigo (70,7) y cebada (74,3) (Figura 2b). Con respecto a las plagas, ocuparon el segundo lugar de importancia en los cultivos de verano (soja y maíz) y el tercer lugar en los cultivos de invierno (trigo y cebada) (Figura 2b). Este orden de importancia se mantuvo en cada una de las zonas; es decir, la interacción zona x adversidad x cultivo no resultó significativa ($p>0,05$).

Teniendo en cuenta la distribución espacial de los productores encuestados dentro de la región pampeana, no hubo interacción entre las zonas y las adversidades, pero si lo hubo entre las zonas y los cultivos ($p<0,05$). En la zona Pampeana Norte, las malezas compartieron niveles similares de importancia con las enfermedades, mientras que en las otras dos zonas (Oeste y Sur) la preocupación recayó principalmente sobre las malezas (Cuadro 2). La frecuencia con la que aparecieron malezas

problemáticas se destacó sólo en la zona Pampeana Oeste. Sin embargo, la jerarquía fue mayor para las malezas en las tres zonas estudiadas y esta variable repercutió en la importancia de esta adversidad. Estos resultados nos permiten sugerir que, independientemente de la zona, la variable que mejor explica los altos niveles de importancia que presentaron las malezas es la jerarquía que le otorgan los productores a esta adversidad; la que estaría relacionada a su impacto sobre los cultivos y la percepción del daño ocasionado.

Los resultados de este trabajo muestran que los productores manifiestan una gran preocupación por la infestación de malezas en los cultivos de soja y maíz, ya sea por pérdidas de rendimiento, por el efecto sobre la calidad del producto cosechado, por la dificultad de manejo, o por el costo de control. Algunos autores realizaron estudios similares con productores de maíz y soja en Estados Unidos y la mayoría de ellos concuerdan en que las malezas son consideradas la principal adversidad biótica (Aref y Pike, 1998; Gibson

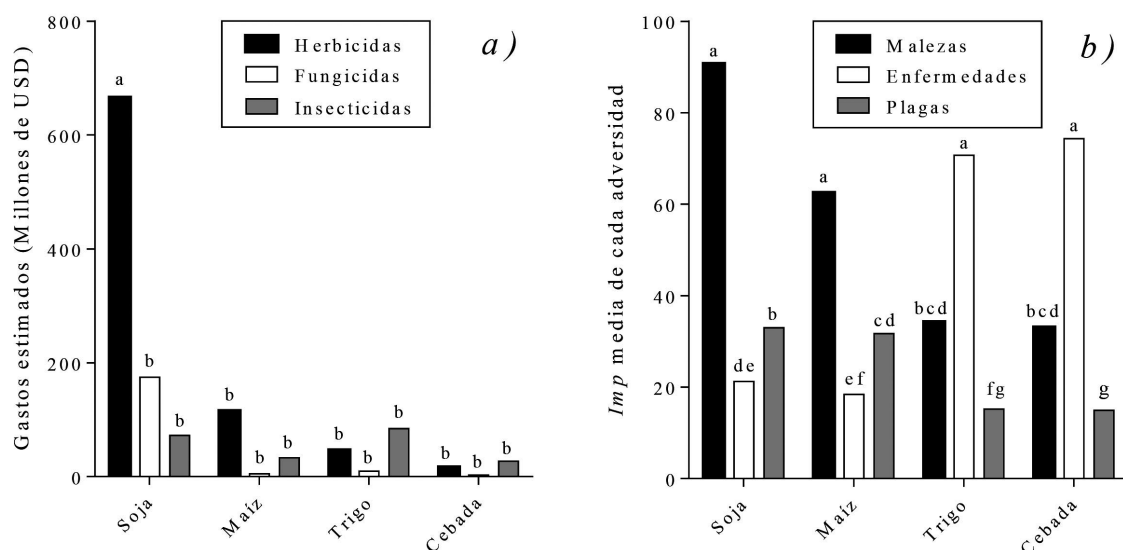


Figura 2. a) Consumo estimado de agroquímicos en la zona estudiada (millones de dólares) para el control de adversidades en los diferentes cultivos (soja, maíz, trigo y cebada). Calculado en base a datos de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires y el Ministerio de Agroindustria (Agroindustria, 2016; Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 2016). b) Importancia media de cada adversidad: malezas (barras negras), enfermedades (barras blancas) y plagas (barras grises) en los cultivos de soja, maíz, trigo y cebada como promedio de las tres zonas. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$).

Cuadro 2. Importancia, frecuencia y jerarquía de los tres grupos de adversidades bióticas en cultivos de maíz, soja, trigo y cebada de la región pampeana (zonas Pampeana Norte, Oeste y Sur). *Imp*: importancia media calculada según Ecuación [1]; *F*: frecuencia con la que ocurre cada adversidad; *J*: jerarquía del impacto de las adversidades; *n*: número de combinaciones adversidad-cultivo-zona. Los valores son el promedio de cuatro cultivos (soja, maíz, trigo y cebada).

Zona	Adversidad	<i>Imp</i>	<i>F</i>	<i>J</i>	<i>n</i>
Norte	Malezas	50,43 ab	1,95 ab	1,64 ab	161
	Enfermedades	53,18 ab	1,70 a	1,87 bc	164
	Plagas	24,05 d	2,36 c	2,48 d	158
Oeste	Malezas	53,68 b	1,83 ab	1,75 ab	40
	Enfermedades	38,53 c	2,13 bc	1,84 bc	39
	Plagas	26,22 d	2,29 c	2,49 d	38
Sur	Malezas	60,94 a	1,65 a	1,50 a	96
	Enfermedades	46,79 bc	1,90 ab	2,06 c	95
	Plagas	20,90 d	2,38 c	2,50 d	95

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) para los valores de *Imp*, *F* y *J* de las adversidades en las diferentes zonas.

et al., 2005). Estos resultados podrían explicarse analizando las problemáticas actuales referidas a esta adversidad, ya que en los últimos años los perjuicios de las malezas se incrementaron con la aparición de especies resistentes a herbicidas (Heap, 2017; REM, 2017), afectando particularmente al cultivo de soja con un aumento en el número de aplicaciones este agroquímico (y el consiguiente aumento de costos) y una disminución de la eficacia de control (Norsworthy *et al.*, 2007; Doohan *et al.*, 2010). Asimismo, en los cultivos de invierno se señala frecuentemente el impacto de las enfermedades fúngicas (Annone *et al.*, 2001; Serrago *et al.*, 2009) y, en cambio, es menos considerada la dificultad de control e importancia de las malezas, al punto que los cultivos invernales y de cobertura han sido indicados como herramientas efectivas para reducir el impacto de las malezas problemáticas en los cultivos de verano (Kruk *et al.*, 2006; Chauhan y Johnson, 2009; Kruk, 2015).

Las enfermedades fueron el foco de preocupación en los cultivos de trigo y cebada mayoritariamente (Figura 2b). En los planteos productivos de la región Pampeana, el mane-

jo correcto de las enfermedades (especialmente foliares) de los cultivos de trigo y cebada genera importantes mejoras en los niveles de rendimiento alcanzado (Carretero *et al.*, 2015). La adopción de materiales de trigo y cebada que presentan un buen comportamiento frente a las enfermedades y el uso de umbrales de acción para elegir el momento correcto de la aplicación de fungicidas, han permitido un buen manejo de esta adversidad. Sin embargo, las enfermedades fúngicas todavía despiertan cierta preocupación en los productores de la región pampeana debido a su alta frecuencia. Por otro lado, se destacó una baja importancia asignada a las plagas, especialmente en los cultivos de soja (Figura 2b). Sin embargo, es en el manejo de esta adversidad donde primero se desarrollaron esquemas de monitoreo y estrategias de procesos para el control de insectos. Resultado de ello ha sido, entre otros aspectos, que el número de aplicaciones de insecticidas se ha reducido marcadamente a nivel global, registrándose usualmente sólo dos aplicaciones por año (Phipps y Park, 2002).

La percepción de la importancia del problema se asocia a la capacidad de manejo y a

la efectividad relativa de las tecnologías para su control. Es posible que cuanto mayor conocimiento se tenga sobre el manejo de la adversidad y cuanto más efectivas sean las tecnologías disponibles, menor será la importancia otorgada al problema. En esta línea, es probable que la adopción masiva de cultivares transgénicos con resistencia y/o tolerancia a diferentes plagas en el cultivo de maíz (ISAAA, 2015), y el bajo desarrollo de resistencia de las plagas a estos eventos en la Argentina (Trumper, 2014), hayan influido al momento de la encuesta para que esta adversidad sea poco importante para los productores. No obstante, la poca importancia que los productores de la región pampeana le otorgan a las plagas debería ser un motivo de preocupación para prevenir problemas de resistencia en un futuro no muy lejano, especialmente cuando se han reportado casos crecientes de plagas resistentes a pesticidas en diferentes partes del mundo y en la Argentina (Gouws, 2011; Tabashnik *et al.*, 2013; Grimi *et al.*, 2015; Blanco *et al.*, 2016).

En el caso de las malezas se refleja también este proceso: las dificultades y la menor eficacia de los herbicidas para el control de malezas resistentes, el alto número de especies presentes en lotes de producción y la escasa información sobre la biología de muchas especies, sin dudas hayan contribuido a determinar la gran importancia de esta adversidad, especialmente en el cultivo de soja. Desde la liberación del cultivo de soja resistente a glifosato en el 1997, hasta la aparición frecuente de especies de maleza resistentes a ese herbicida y a otros, las malezas no eran consideradas una adversidad importante, al menos en el cultivo de soja (Rubione y Ward, 2016); y conformaban la adversidad biótica que menores contribuciones realizaban a la pérdida de rendimiento potencial de los cultivos (Cramer, 1967).

La percepción sobre la importancia de una adversidad es un primer paso para comprender las causas de un problema. En este sen-

tido, el presente relevamiento realizado sobre una población de productores pampeanos admite algunas reflexiones; en primer lugar sobre el papel que juega el conocimiento del problema (por ejemplo, en el caso de las plagas y las malezas) en la valoración de la importancia de una adversidad. Al parecer, el conocimiento podría atenuar el impacto de un problema llevando al desarrollo de prácticas complejas (tecnologías de proceso) que ayuden a reducir sus efectos sobre los cultivos y el ambiente.

En segundo lugar, también permite reflexionar sobre la identificación y el diseño de sistemas productivos con cultivos donde las adversidades problema ocupen espacios de menor importancia (por ejemplo, cultivos de trigo y cebada para el caso de las malezas). De hecho, la siembra de cultivos invernales parece haber sido un componente alternativo para la solución al problema de las malezas en los cultivos de verano.

En tercer lugar, sólo con pequeñas diferencias de magnitud, la importancia de los problemas es común a las diferentes localidades estudiadas del núcleo productivo de la región pampeana, lo que abre una oportunidad y necesidad de búsqueda conjunta de esquemas integrados de manejo de las adversidades bióticas en la región. Este trabajo aporta preguntas y reflexiones como un primer paso hacia la búsqueda de estrategias integradas de manejo y control de adversidades de impacto por su importancia en el ámbito productivo, ambiental y social de la actividad agrícola extensiva.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Fondo para Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT) y forma parte del proyecto Préstamo BID, PICT 2013-2620. Rodríguez, S. es becario de ese proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Agbarevo, M. N. B. (2013). Farmers' perception of effectiveness of agricultural extension delivery in cross-river state, Nigeria. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 2 (6), 1-7.
- Agroindustria. (2016). Datos abiertos Agroindustria. *Ministerio de Agroindustria, Presidencia de la Nación*. Recuperado de <https://www.agroindustria.gob.ar/datosabiertos/>.
- Annone, J. G., García, R., Botta, G. y Ivancovich, A. (2001). Pérdidas de rendimiento ocasionadas por la "Roya de la Hoja" y la "Mancha Amarilla" del trigo: estimaciones en el norte de la Provincia de Buenos Aires. *Revista de tecnología Agropecuaria*, 6 (16), 21-23.
- Aref, S. y Pike, D. R. (1998). Midwest farmers' perceptions of crop pest infestation. *Agronomy Journal*, 90 (6), 819-825.
- ArgenBio. (2018). Consejo Argentino para la información y desarrollo de la biotecnología. Recuperado de <http://www.argenbio.org/>.
- Blanco, C.A., Chiaravalle, W., Dalla-Rizza, M., Farias, J.R., García-Degano, M.F., Gastaminza, G., Mota-Sánchez, D., Murúa, M.G., Omoto, C., Pieralisi, B.K., Rodríguez, Jairo, Rodríguez-Maciel, J.C., Terán-Santofimio, H., Terán-Vargas, A.P., Valencia, Sandra Jimena, Willink, E.. 2016. Current situation of pests targeted by Bt crops in Latin America. *Current Opinion in Insect Science*, 15 (1), 131-138.
- Bolsa de Cereales de Buenos Aires. (2016). Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada de la Bolsa de Cereales. Recuperado de <http://www.bolsadecereales.org/retaa>.
- Calviño, P. y Monzon, J. P. (2009). Farming systems of Argentina: yield constraints and risk management. *Crop Physiology*, 55-70.
- Carretero, R., Serrago, R. A. y Guarino, G. (2015). Claves para un correcto monitoreo y control de enfermedades de trigo y cebada. *Cultivar decisiones*, 95.
- Cerdeira, A. L. y Duke, S. O. (2006). The current status and environmental impacts of glyphosate-resistant crops. *Journal of Environmental Quality*, 35 (5), 1633-1658.
- Cramer, H.-H. (1967). *Plant protection and world crop production* (Vol. 24): Bayer Leverkusen.
- Chandrasena, D. I., Signorini, A. M., Abratti, G., Storer, N. P., Olaciregui, M. L., Alves, A. P. y Pilcher, C. D. (2018). Characterization of field-evolved resistance to *Bacillus thuringiensis*-derived Cry1F δ -endotoxin in *Spodoptera frugiperda* populations from Argentina. *Pest management science*, 74 (3), 746-754.
- Chauhan, B. S. y Johnson, D. E. (2009). Seed germination ecology of junglerice (*Echinochloa colona*): a major weed of rice. *Weed Science*, 57 (3), 235-240.
- De Gerónimo, E., Aparicio, V. C. y Costa, J. L. (2018). Glyphosate sorption to soils of Argentina. Estimation of affinity coefficient by pedotransfer function. *Geoderma*, 322, 140-148.
- de la Fuente, E. B., Suárez, S. A. y Ghersa, C. M. (2006). Soybean weed community composition and richness between 1995 and 2003 in the Rolling Pampas (Argentina). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 115 (1-4), 229-236.
- Dentzman, K., Gunderson, R. y Jussaume, R. (2016). Techno-optimism as a barrier to overcoming herbicide resistance: Comparing farmer perceptions of the future potential of herbicides. *Journal of rural studies*, 48, 22-32.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. I. (2008). Infostat. *Córdoba (Argentina): Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba*.
- Doohan, D., Wilson, R., Canales, E. y Parker, J. (2010). Investigating the human dimension of weed management: new tools of the trade. *Weed Science*, 58 (4), 503-510.
- Gibson, K. D., Johnson, W. G. y Hillger, D. E. (2005). Farmer perceptions of problematic corn and soybean weeds in Indiana. *Weed Technology*, 19 (4), 1065-1070.
- Gouws, M. (2011). *The refuge concept in insect resistance management: its history and future application in South Africa* (Tesis de maestría). North-West University, Potchefstroom, Sudáfrica.
- Grimi, D. A., Ocampo, F., Martinelli, S. y Head, G. P. (2015). *Detection and characterization of Diatraea saccharalis resistant to Cry1A. 105 protein in a population of northeast San Luis province in Argentina*. Congreso Argentino de Entomología.

- Heap, I. (2017). The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. *Pest management science*. Recuperado de <https://www.weedscience.org>.
- ISAAA. (2015). International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications. Recuperado de <http://www.isaaa.org>.
- Kruk, B. C. (2015). Disminución de la emergencia de malezas en diferentes escenarios agrícolas bajo siembra directa. *Agronomía & Ambiente*, 35 (2), 179-190.
- Kruk, B. C., Insausti, P., Razul, A. y Benech-Arnold, R. (2006). Light and thermal environments as modified by a wheat crop: effects on weed seed germination. *Journal of Applied Ecology*, 43 (2), 227-236.
- Márgenes Agropecuarios. (2016). Costos y márgenes de producción agropecuaria, Año 32 n°372.
- Marshall, E. J. P., Brown, V. K., Boatman, N. D., Lutman, P. J. W., Squire, G. R. y Ward, L. K. (2003). The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research*, 43 (2), 77-89.
- Norsworthy, J. K., Smith, K. L., Scott, R. C. y Gbur, E. E. (2007). Consultant perspectives on weed management needs in Arkansas cotton. *Weed Technology*, 21 (3), 825-831.
- Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144 (1), 31-43.
- Peruzzo, P. J., Porta, A. A. y Ronco, A. E. (2008). Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in north pampasic region of Argentina. *Environmental Pollution*, 156 (1), 61-66.
- Phipps, R. H. y Park, J. R. (2002). Environmental benefits of genetically modified crops: global and European perspectives on their ability to reduce pesticide use. *Journal of Animal and Feed sciences*, 11 (1), 1-18.
- REM. (2017). Red de Conocimiento en Malezas Resistentes, Aapresid (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa). Recuperado de <http://www.aapresid.org.ar/rem/>.
- Riar, D. S., Norsworthy, J. K., Steckel, L. E., Stephenson, D. O., Eubank, T. W., Bond, J. y Scott, R. C. (2013). Adoption of best management practices for herbicide-resistant weeds in midsouthern United States cotton, rice, and soybean. *Weed Technology*, 27 (4), 788-797.
- Riches, C. R. y Valverde, B. E. (2002). Agricultural and biological diversity in Latin America: implications for development, testing, and commercialization of herbicide-resistant crops. *Weed Technology*, 16 (1), 200-214.
- Rubione, C. y Ward, S. M. (2016). A new approach to weed management to mitigate herbicide resistance in Argentina. *Weed Science*, 64 (1), 641-648.
- Satorre, E. H. (2011). Recent changes in pampean agriculture: possible new avenues in coping with global change challenges. *Crop Stress Management and Global Climate Change*, 47-57.
- Satorre, E. H. (2015). *Los sistemas de producción agrícola y el problema de malezas. Oportunidades y limitaciones para su manejo integrado*. XXII Congreso Latinoamericano de Malezas (ALAM), I Congreso Argentino de Malezas (ASACIM), Buenos Aires, Argentina.
- Serrago, R. A., Carretero, R., Bancal, M. O. y Miralles, D. J. (2009). Foliar diseases affect the eco-physiological attributes linked with yield and biomass in wheat (*Triticum aestivum* L.). *European Journal of Agronomy*, 31 (4), 195-203.
- Soriano, A., R. J. C. León, O. E. Sala, R. S. Lavado, V. A. Deregibus, M. A. Cahuepé, O. A. Scaglia, C. A. Velázquez, and J. H. Lemcoff. 1991. Río de la Plata grasslands. Pp 367-407 en R. T. Coupland (ed.). *Ecosystems of the world 8A. Natural grasslands. Introduction and western hemisphere*. Elsevier, Amsterdam.
- Tabashnik, B. E., Brévault, T. y Carrière, Y. (2013). Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres. *Nature biotechnology*, 31 (6), 510-521.
- Trumper, E. V. (2014). Resistencia de insectos a cultivos transgénicos con propiedades insecticidas: Teoría, estado del arte y desafíos para la República Argentina. *Agriscientia*, 31 (2), 109-126.
- Viglizzo, E. F., Frank, F. C., Carreño, L. V., Jobbágy, E. G., Pereyra, H., Clatt, J., Pince, D. N., Ricard, M. F. (2011). Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global Change Biology*, 17 (2), 959-973.

- Vila-Aiub, M. M., Gundel, P. E., Yu, Q. y Powles, S. B. (2013). Glyphosate resistance in *Sorghum halepense* and *Lolium rigidum* is reduced at suboptimal growing temperatures. *Pest management science*, 69 (2), 228-232.
- Wilson, R. S., Tucker, M. A., Hooker, N. H., LeJeune, J. T. y Doohan, D. (2008). Perceptions and beliefs about weed management: perspectives of Ohio grain and produce farmers. *Weed Technology*, 22 (2), 339-350.
- Yanniccari, M., Istilart, C., Giménez, D. O. y Castro, A. M. (2012). Glyphosate resistance in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) from Argentina. *Crop Protection*, 32, 12-16.