


# La secuencia de cultivos y la intensificación del uso de la tierra como herramientas para el manejo integrado de malezas

Betina Kruk<sup>1</sup>, Elias Ruiz<sup>1</sup>, Ignacio Alzueta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Cerealicultura, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453 (1417)-Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup>Chacra Bragado-Chivilcoy, AAPRESID, Argentina.

 bkruk@agro.uba.ar

**Resumen:** Se evaluó el efecto de distintas secuencias de cultivos sobre la composición florística de la comunidad de malezas y la abundancia de cada especie presente en el banco de semillas del suelo luego de la cosecha del cultivo de verano. Se extrajeron muestras de suelo superficiales de franjas continuas y paralelas sembradas con trigo/soja<sup>2da</sup>, soja, maíz tardío, arveja/soja<sup>2da</sup> y vicia-centeno/maíz en tres establecimientos ubicados en Buenos Aires, Argentina. El número de especies y la densidad de plántulas emergidas varió según la secuencia del cultivo, la tecnología de producción y el establecimiento. La secuencia trigo/soja<sup>2da</sup> presentó el menor número de especies emergidas mientras que la secuencia vicia-centeno/maíz presentó la menor densidad. Al intensificar el uso de la tierra se logró un efecto supresor de las malezas.

**Palabras clave:** banco de semillas de malezas, composición florística de la comunidad de malezas, cultivos de cobertura, densidad de malezas, maíz, soja, tecnologías de producción.

## 1. INTRODUCCIÓN

El abordaje de la problemática de malezas resistentes y tolerantes a herbicidas requiere de la combinación de diversas medidas de manejo. La rotación de cultivos genera inestabilidad en los patrones de disturbios y en la oferta de recursos, lo que limita la disponibilidad de sitios seguros para el establecimiento de malezas (Kruk, 2015). La secuencia de cultivos, su intensidad (número de cultivos en el año) y las prácticas de manejo asociadas, i.e. fecha de siembra, arreglo espacial, fertilizantes, herbicidas, etc., actúan como restricciones ambientales capaces de filtrar atributos vegetativos, reproductivos o funcionales de las comunidades de malezas (Booth and Swanton, 2002). Dado que cada cultivo genera un ambiente particular durante su ciclo, podría impactar de manera diferencial sobre la emergencia, supervivencia, competencia y capacidad reproductiva de las especies maleza que componen la comunidad.

La mayoría de las especies malezas de la región agrícola pampeana argentina son especies terófitas o anuales (Mas et al., 2010) cuya perpetuación depende de la producción de semillas. Buhler et al. (2001) sostienen que el banco de semilla se constituye a partir de diferentes fuentes de semillas, pero la mayor contribución lo hacen las plantas que producen semillas dentro del mismo lote, y depende de los cultivos presentes y del manejo agronómico.

En los sistemas intensificados de cultivos se maximiza la captura de recursos disponibles en base anual y en consecuencia, se espera que la productividad de las malezas disminuya, principalmente, el número de propágulos. Existirían diferentes combinaciones de cultivos en la rotación y manejos que atenúen o incrementen la tasa de cambio según los componentes tecnológicos predominantes en el sistema.

El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto de distintas secuencias de cultivos: a) trigo/soja<sup>2da</sup>, b) soja, c) maíz tardío, d) arveja/soja<sup>2da</sup> y e) vicia-centeno/maíz sobre la composición florística de la comunidad de malezas y la abundancia de cada especie presente en el banco de semillas del suelo luego de la cosecha del cultivo de verano.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

**2.1. Área de estudio.** Se evaluó la composición florística de la comunidad de malezas presentes en el banco de semillas del suelo de tres establecimientos del Sistema Chacra AAPRESID Bragado-Chivilcoy, en Buenos Aires, Argentina: Los Manuelitos (S-34°52'59,37''/ W-60°26'06,92''), El Progreso (S-34°42'01,79''/ W-60°02'52,17'') y Duffy-Romano (S-34°53'41,09''/ W-60°23'37,61''). La temperatura media anual de la región es 16°C con un amplio período libre de heladas. El régimen de precipitaciones es isohigro sin una estacionalidad marcada a lo largo del año y las medias anuales de precipitación oscilan entre los 1014 y 1037 mm.

**2.2. Secuencia de cultivos y toma de muestras.** Luego de la cosecha de los cultivos de verano (junio 2015) se extrajeron muestras de suelo superficiales de las siguientes secuencias de cultivos sembradas en el año 2014: a) trigo/soja<sup>2da</sup>, b) soja, c) maíz tardío, d) arveja/soja<sup>2da</sup> y e) vicia-centeno/maíz. En cada uno de los establecimientos se evaluaron diferentes secuencias de cultivo, las cuales estaban ubicada en un mismo lote en franjas continuas y paralelas de 90 m de ancho y 400 m de largo. Los cultivos vicia-centeno se utilizaron como cultivo de cobertura. En El Progreso, el maíz tardío se sembró el 18/12 y la soja de segunda (soja<sup>2da</sup>) sobre el rastrojo de arveja, el 20/12. En Duffy-Romano y Los Manuelitos, se sembró el cultivo soja<sup>2da</sup> sobre rastrojo de trigo, el 9/11 y el 14/12, respectivamente. En algunas secuencias se establecieron dos planteos productivos: tecnología de uso del productor (TP) y tecnología ajustada (TA) por el Sistema Chacra-AAPRESID que tiende a lograr el máximo rendimiento según las condiciones zonales de precipitaciones y radiación, sin limitaciones nutricionales y utilizando la mejor combinación de insumos y tecnología (i.e. densidad de siembra y dosis de fertilizantes óptima). En todas las secuencias de cultivo se aplicaron herbicidas según el esquema utilizado en cada establecimiento. Todos los cultivos se sembraron bajo siembra directa, sin remoción del suelo. En esta situación, las semillas de malezas dispersadas en los últimos años se ubican en los primeros 4 cm del suelo.

En cada secuencia de cultivo y establecimiento se tomaron 10 muestras de suelo superficiales (ca. 4 cm de profundidad) con una pala plana (1800 cm<sup>3</sup>). Para ello se recorrió cada franja a lo largo y en zigzag. Las 10 muestras de suelo de cada secuencia de cultivo de cada establecimiento se mezclaron, se homogenizaron y se colocaron en 4 bandejas de plástico (1740 cm<sup>3</sup>). Las mismas se ubicaron en el invernáculo de la Facultad de Agronomía, UBA, en Buenos Aires. El diseño experimental fue completo aleatorizado con 4 repeticiones por secuencia y establecimiento. A lo largo de 6 meses, las muestras fueron expuestas a ciclos de humedad y secado cada 15 días para disminuir el nivel dormición de aquellas semillas que lo requieran (Kruk, 2002). Una vez emergidas las plántulas, se identificaron las especies. Se cuantificó la riqueza (i.e. número de especies), la diversidad de especies (Índice Shannon-Wiener, Magurran, 2004) y la densidad de plántulas para cada establecimiento y secuencia de cultivo. El análisis estadístico (ANOVA) y la comparación medias mediante el test de de LSD Fisher ( $\alpha=0.1$ ) se realizaron con el programa Infostat (Di Rienzo et al., 2008).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**3.1. Composición florística de las comunidades de malezas.** La riqueza de especies maleza emergida de los bancos de semillas y el índice de diversidad varió según los establecimientos y la secuencia de cultivos (Tabla 1). En total, emergieron 21 especies; *Cyperus* sp. estuvo presente en todos los relevamientos mientras que *Digitaria sanguinalis* L.Scopoli y *Portulaca oleracea* L. en el 90%. La riqueza del lote fue 11, 16 y 12 en los establecimientos Los Manuelitos, El Progreso y Duffy Romano, respectivamente. La secuencia maíz tardío en El Progreso presentó la mayor riqueza. En los establecimientos Los Manuelitos y Duffy Romano, el índice de diversidad de especies maleza fue mayor que en El Progreso (P=10) (2,79; 2,53 y 2,29, respectivamente). En Los Manuelitos, el banco de semillas que provenía de la secuencia trigo/soja<sup>2da</sup>TA fue el que presentó mayor índice de diversidad (Tabla 1).

**Tabla 1.** Riqueza e Índice de diversidad de Shannon-Wiener de los establecimientos Los Manuelitos, El Progreso y Duffy-Romano correspondiente a las especies que emergieron del banco de semillas extraído de la secuencia de cultivo trigo/soja<sup>2da</sup> TA (Tecnología ajustada) y TP (Tecnología del productor), soja<sup>1ra</sup>, arveja/soja<sup>2da</sup>, maíz tardío y vicia-centeno/maíz

Tratamiento	Riqueza			Índice de Shannon-Wiener		
	Los Manuelitos	El Progreso	Duffy Romano	Los Manuelitos	El Progreso	Duffy Romano
Trigo/soja <sup>2da</sup> TA	7			3,58a		
Trigo/soja <sup>2da</sup> TP	9			2,58bcd		
Soja 1 <sup>ra</sup>	9			2,18e		
Arveja/soja <sup>2da</sup>		8			2,26e	
Maíz tardío		15			2,33cde	
Trigo/soja <sup>2da</sup> TA			6			2,69b
Trigo/soja <sup>2da</sup> TP			9			2,28de
Vicia-centeno/maíz			8			2,62bc
Valor total en el lote	11	16	12	2,79A	2,29C	2,53B

Letras distintas indican diferencias significativas LSD Fisher, 10% (letra minúscula, entre tratamientos y establecimientos, y letra mayúscula, promedio entre establecimientos).

La heterogeneidad de la comunidad de malezas en cada establecimiento se asocia al ambiente específico que compone cada sitio, al cultivo establecido al momento de la toma de la muestra de suelo, a la secuencia de cultivo, a la intensificación del uso de los recursos y/ o a los distintos manejos tecnológicos planteados en cada situación. Por ejemplo, en la secuencia trigo/soja<sup>2da</sup> TA, el índice de diversidad fue 3,58 en Los Manuelitos, mientras que en Duffy Romano fue 2,69. Sin embargo, para la misma secuencia pero con la tecnología utilizada por el productor (TP), los valores fueron 2,58 y 2,28, respectivamente) (Tabla 1). Hay algunas especies maleza que al aumentar la oferta de nitrógeno, aumentan el crecimiento y la cantidad de semillas producidas (Pino et al., 2015) mientras que otras, presentan mayor constancia cuando los niveles de nitrógeno (Blackshaw et al, 2003) o la densidad del cultivo son bajos. En este caso, los suelos del establecimiento Los Manuelitos son de menor productividad que los de Duffy Romano y al incorporar nitrógeno al sistema (TA), se estarían mejorando las condiciones para el crecimiento de especies nitrófilas.

**3.2. Efecto de la secuencia de cultivos sobre la densidad de plántulas emergidas.** En Los Manuelitos, *D. sanguinalis*, *P. oleracea*, *Chenopodium album* L., *Cyperus sp.* y *Euphorbia heterophylla* L. estuvieron presentes en todas las secuencias de cultivo sin mostrar diferencias significativas, mientras que la densidad de plántulas de *Eleusine indica* (L.) Gaertn y *Dichondra repens var. Microaalyx* Hallierf fue mayor ( $P = 0,1$ ) en la secuencia trigo/soja<sup>2da</sup> TP (Fig. 1).

En el establecimiento El Progreso emergieron 16 especies de las cuales solo algunas estuvieron presentes en las secuencias arveja/soja<sup>2da</sup> y maíz tardío (Fig. 2), mientras que otras especies solo emergieron en una de ellas. En la secuencia arveja/soja<sup>2da</sup>, emergieron *D. sanguinalis*, *Anoda cristata* (L.) Kunth y *Oxalis serpens* L. mientras que *Poa annua* L., solo estuvo presente con una alta densidad (ca. 400 plántulas m<sup>-2</sup>) en el banco extraído del cultivo maíz tardío (Fig. 2).

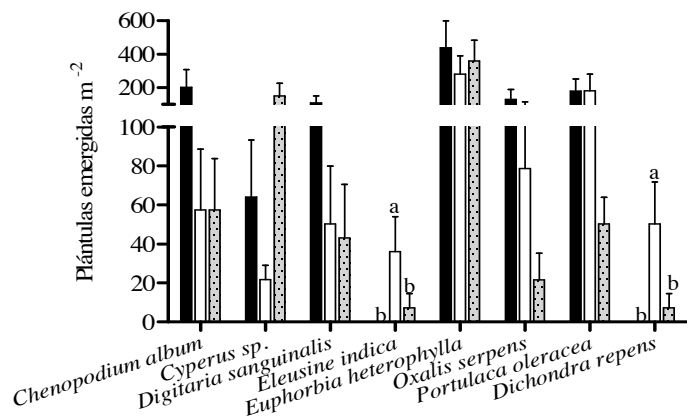


Figura 1. Densidad de plántulas emergidas del banco de semillas extraído de suelos con diferentes secuencias de cultivo: trigo/soja<sup>2da</sup> TA (barra negra), trigo/soja<sup>2da</sup> TP (barra blanca) y soja<sup>1ra</sup> (barra gris punteada) del establecimiento Los Manuelitos. Líneas verticales indican el SEM. Letras distintas indican diferencias significativas dentro de cada especie (LSD Fisher, 10%).

Si bien, *P. oleracea* emergió en ambos tratamientos, el número de plántulas emergidas fue mayor en el tratamiento cultivo maíz tardío que en arveja/soja<sup>2da</sup> ( $P=10$ , ca. 100 y 25 plántulas m<sup>-2</sup>, respectivamente) (Fig. 2). Tanto la riqueza de especies como la densidad de plántulas fue mayor cuando el banco de semillas se extrajo de la franja maíz tardío en comparación con la secuencia arveja/soja<sup>2da</sup> (Fig. 2). En esta situación, el lote se encuentra mayor tiempo sin cultivo favoreciendo la emergencia de malezas en tiempo y espacio, principalmente, debido a las condiciones de temperaturas alternadas y calidad lumínica que favorece la terminación de la dormición en aquellas semillas que lo requieran (Kruk et al., 2006). Además, una vez emergidas, la disponibilidad de recursos es mayor (i.e. radiación y nutrientes no aprovechados por el cultivo) favoreciendo el crecimiento de las malezas, su tasa reproductiva y en consecuencia, la cantidad de semillas que ingresan al banco (Kruk, 2015).

En el establecimiento Duffy Romano emergieron 12 especies maleza. *Cyperus sp.*, *A. cristata*, *O. serpens* y *Sonchus oleraceus* L. estuvieron presentes en todas las secuencias de cultivo. Las restantes especies emergieron parcialmente en alguno/s de los tratamientos (Fig. 3). *Stellaria media* (L.) Vill., emergió en la secuencia trigo/soja<sup>2da</sup> TP y AT y no emergió en la secuencia vicia-centeno/maíz ( $P=10$ ). *Lamium amplexicaule* L. presentó el mayor número de plántulas emergidas (90

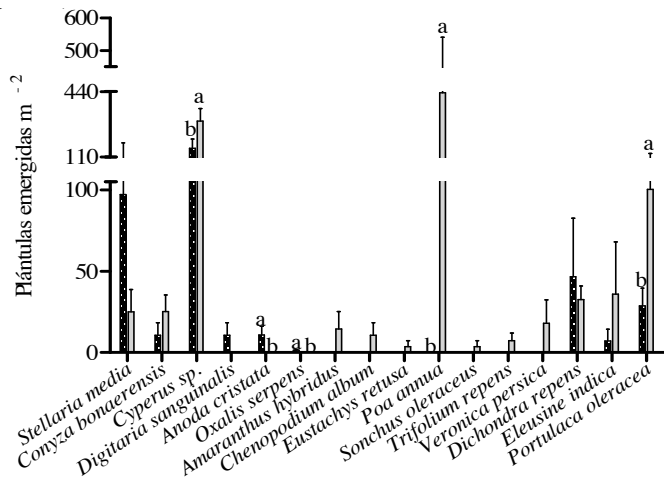


Figura 2. Plántulas emergidas del banco de semillas extraído de suelos con secuencia arveja/soja2<sup>da</sup> (barra negra punteada) y maíz tardío (barra gris) en El Progreso. Líneas verticales indican el SEM. Letras distintas indican diferencias significativas dentro de cada especie (LSD Fisher, 10%).

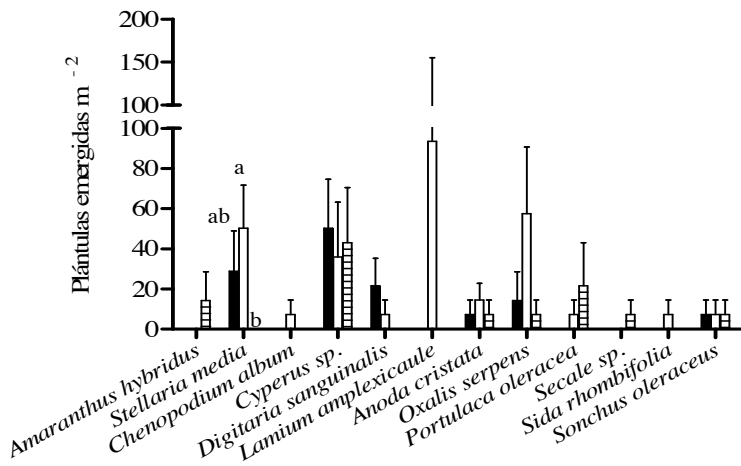


Figura 3. Densidad de plántulas emergidas del banco de semillas extraído de la secuencia trigo/soja2<sup>da</sup> TA (barra negra), trigo/soja2<sup>da</sup> TP (barra blanca) y vicia-centeno/maíz (barra rayada) del establecimiento Duffy Romano. Líneas verticales indican el SEM. Letras distintas indican diferencias significativas dentro de cada especie (LSD Fisher, 10%).

plántulas m<sup>-2</sup>) si bien solo emergió en la secuencia trigo/soja2<sup>da</sup> TP y no presentó diferencias significativas entre las secuencias de cultivo.

La riqueza de especies y densidad de plántulas emergidas varió según la secuencia del cultivo, la tecnología de producción y el establecimiento. En la secuencia trigo/soja2<sup>da</sup> la riqueza de especies emergidas fue menor mientras que la secuencia vicia-centeno/maíz presentó la menor densidad. Es decir, al intensificar el uso de la tierra se logró un efecto supresor de las malezas. Sin embargo, la mayor densidad de plántulas emergidas a partir del estudio del banco de semillas, podría estar indicando

que las semillas permanecieron en el banco debido a que las condiciones ambientales generadas por la presencia del canopeo no fueron las adecuadas para la germinación durante el ciclo del cultivo o que el mayor número de semillas en el banco, podría ser el resultado de aquellas semillas que germinaron durante el ciclo del cultivo, crecieron con bajo nivel de competencia y en consecuencia, la tasa reproductiva fue alta, ingresando nuevas semillas al banco previo a la cosecha de los cultivos de verano. En este trabajo se demuestra que cada especie maleza que conforma la comunidad presenta una respuesta particular ante diferentes secuencias de cultivo. Es decir, según la especie maleza dominante el problema será conveniente planificar una determinada secuencia de cultivo. Además, un estudio *in situ* de la emergencia de malezas a campo inmediatamente luego de la cosecha de los cultivos de verano, complementaría la comprensión del funcionamiento del banco de semillas.

#### 4. AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por Préstamo BID PICT 2013-2620 y Universidad de Buenos Aires, UBACYT 2014-2017. Se agradece la colaboración del Sistema Chacras-AAPRESID.

#### 5. REFERENCIAS

- Blackshaw RE, Brandt RN, Janzen HH, Entz T, Grant CA and Derksen DA (2003). Differential response of weed species to added nitrogen. *Weed Science*, 51(4), 532-539.
- Booth BD & Swanton CJ (2002). 50th Anniversary-Invited Article. Assembly theory applied to weed communities. *Weed Science*, 50, 2-13.
- Buhler D, Kohler K and Thompson R (2001). Weed seed bank dynamics during a five-year crop rotation. *Weed Technology*, 15, 170-176.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M & Robledo CW (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, U Nacional de Córdoba, Argentina.
- Kruk BC (2002). Análisis funcional y cuantitativo de la emergencia de especies maleza en un cultivo de trigo. Tesis Doctorado de la Universidad de Buenos Aires. 190 p.
- Kruk BC (2015). Disminución de la emergencia de malezas en diferentes escenarios agrícolas bajo siembra directa. *Revista Agronomía & Ambiente*. EFA. 35 (2), 179-190. FAUBA, Buenos Aires, Argentina.
- Kruk B, Insausti P, Razul A and Benech-Arnold RL (2006). Light and thermal environments as modified by a wheat crop: effects on weeds seed germination. *Journal of Applied Ecology*, 43, 227-236.
- Magurran AE (2013) *Measuring Biological Diversity* (eds John Wiley and sons). Blackwell Science LTD, Massachusetts, USA.
- Mas MT, Verdu AM, Kruk BC, de Aballeyra D, Guglielmini AC and Satorre EH (2010). Weed communities of transgenic glyphosate-tolerant soybean crops in ex-pasture land in the southern Mesopotamic Pampas of Argentina. *Weed Research*, 50, 320-330.
- Pino J, Recena R, Delgado A and Urbano JM (2015). Influencia del nitrógeno en la germinación de las malas hierbas. XV Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, Sevilla 2015.

---

#### Crop sequence and intensified cropping systems as tools for integrated weed management

**Summary:** We evaluated the effect of different crop sequences on the floristic composition of weed seed bank communities. Surface soil samples were obtained from cropping systems continuous and parallel plots in the same field: wheat/soybean, soybean, maize, pea/soybean, vicia-rye/maize in three farms located in Bs. As., Argentina, after harvesting the summer crop. By intensified cropping, a suppressive effect on weeds was achieved. The number of emerged species and seedlings varied according to crop sequence, production technology and farm. The wheat/soybean sequence had the lowest number of emerged species while the vicia-rye/maize sequence had the lowest seedlings density.

**Keywords:** cover crops, crop production technology, floristic composition seed bank, maize, soybean, weed seed bank, weed seedling density.