



DISMINUCIÓN DE LA EMERGENCIA DE MALEZAS EN DIFERENTES ESCENARIOS AGRÍCOLAS BAJO SIEMBRA DIRECTA

Betina Claudia Kruk

Cátedra de Cerealicultura, Departamento de Producción vegetal, Facultad de Agronomía, UBA.
Av. San Martín 4453, CABA, Argentina (1417). E-mail: bkruk@agro.uba.ar

Recibido: 23-06-15

Aceptado: 27-12-15

RESUMEN

Existen diferentes estrategias de manejo en el corto y largo plazo centradas en el cultivo como el elemento dominante del sistema agrícola, así como las rotaciones y la secuencia de los mismos que contribuyen a disminuir la emergencia de malezas. La falta de remoción de suelo, la presencia de cobertura tanto del rastrojo como del canopeo del cultivo, determinan que aquellas especies que requieren luz y/o temperaturas alternadas como factores terminadores de la dormición no perciban los estímulos necesarios y en consecuencia, disminuya el número de especies emergidas. Además, el cultivo modifica las comunidades de malezas acompañantes, a través de los cambios que se producen en los flujos de materia, energía e información de los agroecosistemas. La competencia juega un rol fundamental en la estructuración de las comunidades de malezas debido a la reducción de la supervivencia, del crecimiento y la capacidad reproductiva de las malezas cuando los recursos limitantes son direccionados hacia el cultivo aumentando su habilidad competitiva. En los cultivos secuenciados, los recursos ambientales no utilizados por el cultivo actual son aprovechados por un segundo cultivo sembrado en el mismo año y en la misma superficie y de este modo, no están disponibles para el crecimiento de las malezas. Sobre esta base, en este trabajo, se muestra como en diferentes escenarios agrícolas es posible disminuir la presencia de las malezas en los lotes de producción centrandose las decisiones en el manejo del cultivo.

Palabras clave. Canopeo, cultivo, habilidad competitiva, rotaciones, terminación de la dormición.

DECREASED WEED EMERGENCE IN DIFFERENT CROPS SCENARIOS UNDER NO TILLAGE

SUMMARY

There are different short and long term management strategies that focus on the crop, as well as crop rotations and crop sequence, as the dominant elements of the agricultural system that contribute to decrease the emergence of weeds. The no-till soil, the presence of crop canopy, and residue cover cause that those species that require light and/or fluctuating temperatures to break dormancy may not perceive the necessary stimuli and consequently, decrease the number of species that emerge. In addition, crops modify weed communities through changes in the flow of matter, energy and information in agroecosystems. Competition plays a fundamental role in the structuring of weed communities due to the reduction in survival, growth and reproductive ability of weeds when limiting resources are directed toward the crop thereby increasing its competitive ability. In sequenced crops, environmental resources not used by the current crop are exploited by a second crop sown immediately afterward. On these bases, this work shows how, in different agricultural scenarios, it is possible to decrease the presence of weeds in crop production systems by focusing on crop management decisions.

Key words. Canopy, growing, competitive ability, crop rotation, termination of dormancy.

INTRODUCCIÓN

Los disturbios producidos por la agricultura (*i.e.* el sistema de labranza, las rotaciones, las aplicaciones de herbicidas, etc.) modifican las poblaciones de malezas debido a cambios en el microambiente que rodea a la semilla (Grime, 1979; Swanton *et al.*, 1993; Clements *et al.*, 1994) y en consecuencia, se crean nichos ecológicos que favorecen sólo a determinadas especies malezas (Koller, 1972). Algunos investigadores han observado que en los sistemas de labranza conservacionista, especialmente siembra directa, aumentó la presencia de malezas perennes debido al desarrollo de yemas subterráneas que permiten su regeneración (de la Fuente *et al.*, 1999; Tiesca y Puricelli, 2001). El mantenimiento de este sistema por largos períodos de tiempo con herbicidas de igual mecanismo de acción favoreció la aparición de biotipos resistentes a esos herbicidas. Por esta razón, es necesario abordar la problemática de malezas con estrategias de manejo a largo plazo que regulen la presencia de las mismas en los lotes de producción agrícola.

En un sistema bajo siembra directa, las semillas de malezas dispersadas durante el ciclo del cultivo y/o barbecho quedan cerca de la superficie del suelo. Dado que la remoción del suelo se realiza sólo en la línea de siembra, las plántulas de malezas emergidas se originan a partir de semillas recién dispersadas ubicadas sobre la superficie del suelo o de semillas enterradas que fueron dispersadas con anterioridad. En general, las semillas de malezas presentan al momento de la dispersión un alto nivel de dormición, el cual disminuye a lo largo del tiempo, principalmente por efectos de la temperatura (Karsen, 1982; Kruk y Benech-Arnold, 1998, 2000, 2001). Dormición se define, como la incapacidad intrínseca de las semillas de germinar aún cuando las condiciones de temperatura, humedad y aireación son favorables para la germinación (Egley, 1986). Una vez alcanzado un mínimo nivel de dormición, algunas especies requieren de factores terminadores de la dormición, por

ejemplo, temperaturas alternadas y luz (Ghersa *et al.*, 1992; Scopel *et al.*, 1991; Benech-Arnold *et al.*, 2000).

El concepto de “sitio seguro”, definido por Harper (1977) como el sitio donde las condiciones ambientales son óptimas para la ocurrencia de la germinación y establecimiento de la planta y los factores de mortalidad están ausentes, permite entender la relevancia adaptativa de las respuestas que presentan las semillas a la gran variedad de condiciones a las que se hallan expuestas, si se lo interpreta no sólo como el lugar sino también como el momento en el que confluyen las condiciones favorables para el establecimiento de una nueva planta. Las semillas a través de mecanismos determinados detectan, por ejemplo, modificaciones en el régimen térmico o en la calidad lumínica del microambiente que las rodea, la presencia del canopeo de un cultivo, un suelo sin cobertura o con residuos y la profundidad de entierro. La sensibilidad a dichas modificaciones varía según el nivel de dormición de las semillas (Benech-Arnold *et al.*, 2000), por ejemplo, la amplitud térmica requerida para terminar la dormición de semillas de *Sorghum halepense* con bajo nivel de dormición fue 4 °C, mientras que las semillas recién dispersadas requirieron una amplitud de 20 °C (Benech-Arnold *et al.*, 1990).

Impacto de la siembra directa sobre factores terminadores de la dormición

La falta de remoción de suelo determina que aquellas especies que requieran luz y/o temperaturas alternadas como factores terminadores de la dormición no perciban los estímulos necesarios. La luz sólo penetra los primeros 10 milímetros de suelo (Tester y Morris, 1987) y los residuos sobre la superficie del suelo (*i.e.* rastrojo) interceptan la radiación, por lo que la amplitud térmica diaria del suelo disminuye por una menor variación de la temperatura mínima en invierno y la máxima en verano (Coote y Malcolm-McGovern, 1989; Teasdale, 1993). Además, la evaporación del agua es menor debido a la menor velocidad de calenta-

miento y enfriamiento del suelo cubierto (Tuesca y Puricelli, 2001). Por otro lado, la cobertura de residuos puede actuar como una barrera física que impide la emergencia de las plántulas como se observó en *Eleusine indica* (Chauhan y Johnson, 2009) ante la adición de 2 ton ha⁻¹ de residuos. Este valor es similar al rastrojo que cubre la superficie del suelo luego de un cultivo de arroz de secano. Si bien el efecto de los rastrojos podría estar asociado con la liberación de aleloquímicos y la reducción de la transmisión de luz y la amplitud diaria temperatura del suelo (Teasdale y Mohler, 1993), como se comentó anteriormente, la variedad de arroz utilizada en el estudio no presenta compuestos alelopáticos, y el experimento se realizó con semillas sin dormición.

El cultivo como modificador de los factores terminadores de la dormición

El canopeo de un cultivo que acompaña generalmente a la comunidad de malezas modifica los factores térmicos y lumínicos en el microambiente de las semillas de manera tal que algunas semillas que requieran de la terminación de la dormición no vean satisfecha esa demanda. A su vez, podría ocurrir que algunas poblaciones de semillas modifiquen los requerimientos de la terminación de la dormición. Asimismo, la estructura del canopeo varía durante el ciclo del cultivo y por lo tanto, también la intensidad de las modificaciones tanto en el ambiente térmico como lumínico que perciben las semillas.

Las variaciones térmicas registradas en un sitio abierto son mucho mayores que las detectadas debajo de un canopeo. Por ejemplo, Thompson *et al.* (1977) y Kruk *et al.*, (2006) entre otros, midieron fluctuaciones térmicas durante el día a 1 cm de profundidad en un suelo debajo de un canopeo y en un suelo sin cobertura vegetal. La amplitud de esas variaciones térmicas fueron entre 0 °C y 4 °C para el suelo debajo de un canopeo y entre 5 °C y 10 °C en el suelo sin cobertura vegetal (Fig. 1). Además, la presencia del canopeo modifica también, la composición espectral de la

luz que rodea a las semillas, ocasionando una disminución en la relación Rojo/Rojo lejano (R/RL) (Smith, 1982). Cuando la luz solar atraviesa el canopeo, el espectro de luz en la longitud de onda 660 nm (R) es retenida en su mayoría en las hojas del canopeo debido a la absorción ejercida por la clorofila (Taylorson y Borthwick, 1969) llegando al suelo una alta proporción de luz en el espectro 730 nm (RL) que actúa inhibiendo la germinación. Así, mientras que la relación R/RL que se mide en un suelo sin cobertura vegetal es de 1,2 aproximadamente, la presencia de un canopeo puede reducir dicho valor hasta 0,2 dependiendo del índice de área foliar (IAF) que presente el mismo (Fig. 1) (Holmes y Smith, 1977; Kruk *et al.*, 2006).

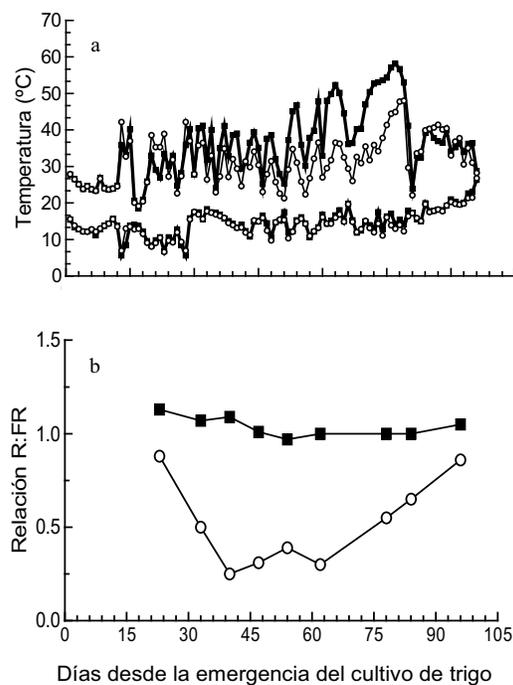


Figura 1. Temperatura máxima y mínima diaria del suelo (a) y Relación Rojo: Rojo lejano (b) debajo de un canopeo de trigo desde la emergencia a madurez (círculo blanco) y en un suelo sin cobertura vegetal (cuadrados negros). Fecha de emergencia: 19 de septiembre en Buenos Aires. (Adaptado de Kruk *et al.*, 2006).

Como se mencionó anteriormente, la sensibilidad que presentan las semillas a los factores terminadores de la dormición es dependiente del nivel de dormición. Sin embargo, no todas las especies responden en el mismo sentido a los estímulos térmicos e hídricos (Kruk, 2002); en consecuencia, el momento en que las semillas alcanzan el mínimo nivel de dormición será variable entre especies. Si se relaciona el momento en que se alcanza el mínimo nivel de dormición con el estado fenológico del cultivo, asociado al IAF, las modificaciones que en el ambiente lumínico produce la presencia del canopeo resultan diferentes sobre la germinación y emergencia de las distintas especies. Por ejemplo, *Carduus acanthoides* y *Raphanus* sp., emergieron en un suelo sin cobertura vegetal mientras que debajo del cultivo de trigo no se observó la presencia de esas especies (Kruk *et al.*, 2006). En ese momento, la relación R/RL medida debajo del ca-

nopeo de trigo era 0,9 y fue suficiente para inhibir la emergencia de esas especies (Fig. 2). De esta manera, el cultivo sembrado y su estructura se constituyen en estrategias de manejo que resultan en una reducción eficiente del número de malezas presentes. Sin embargo, para su aplicación, es necesario conocer: i) las respuestas de las especies a los factores terminadores de la dormición (*i.e.* luz y temperaturas alternadas) y ii) a partir de qué momento (determinado por ejemplo, a través del IAF del cultivo) el cultivo modifica esos factores con la intensidad suficiente como para prevenir la germinación.

El sistema cultivo como modificador de la comunidad de malezas

En un sistema productivo agrícola, el elemento dominante del sistema es el propio cultivo; sin embargo, los estudios de los efectos que produ-

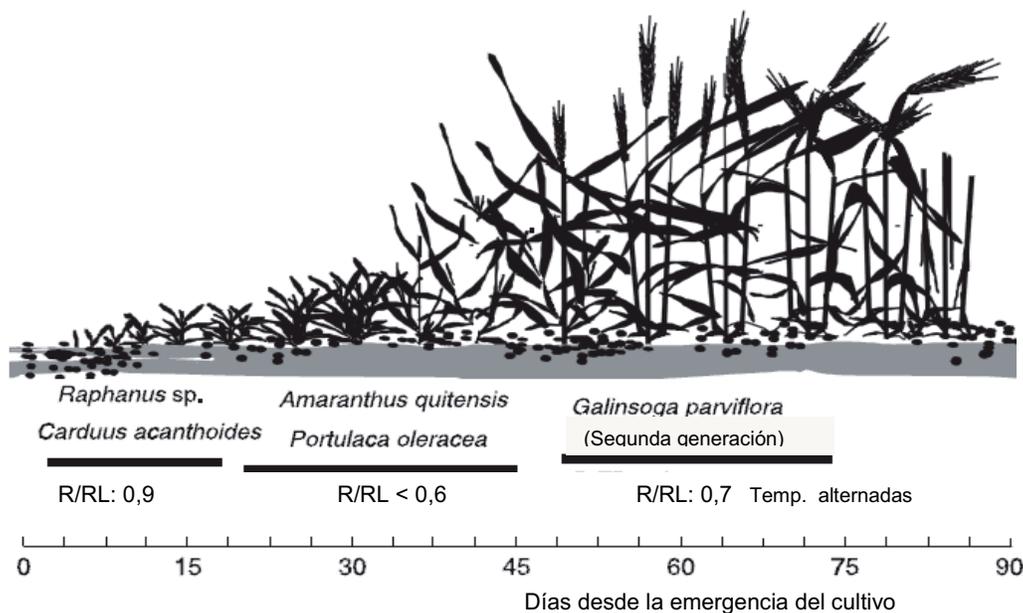


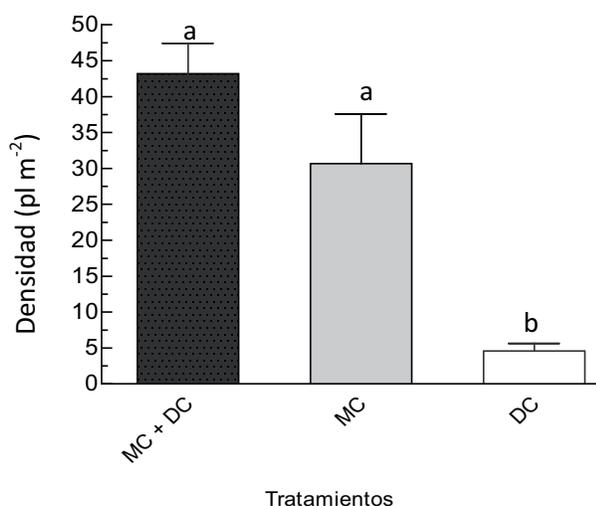
Figura 2. Relación R/RL medida debajo del canopeo de un cultivo de trigo que inhibe la emergencia de las distintas especies maleza a lo largo del ciclo de crecimiento del cultivo. (Adaptado de Kruk *et al.*, 2006). Segunda generación de *Galinsoga parviflora*, semillas dispersadas en anthesis de trigo ubicadas en la superficie del suelo.

cen las diferentes prácticas agrícolas sobre las malezas como las labranzas, uso de herbicidas, fertilización, etc., son más abundantes que el efecto del cultivo con su rol dominante, fisiología y estructura (*i.e.*, densidad, distancia entre hileras, genotipo, fecha de siembra) ejerce sobre las comunidades de malezas acompañantes, a través de los cambios que se producen en los flujos de materia, energía e información de los agroecosistemas (Kruk *et al.*, 2006). Estos cambios, modifican tanto la diversidad y la composición de especies de las comunidades de malezas de un determinado sistema cultivo, como también la abundancia y frecuencia de genes de las poblaciones de especies que la componen (Martinez Ghersa *et al.*, 2000). No obstante, estas comunidades también dependerán de los factores climáticos que operan a escala regional.

El cultivo a lo largo de su ciclo ontogénico, atraviesa diferentes estadios fenológicos que actúan como filtros en la estructuración de las comunidades de malezas. Dentro de estos estadios, la germinación-establecimiento (tratados en conjunto), el crecimiento y la madurez (producción de semillas y dispersión) están afectados por diferentes factores ambientales y biológicos que interactúan entre sí y promueven cier-

tas modificaciones en la comunidad. En la etapa germinación-establecimiento del cultivo, la comunidad de malezas no interfiere si previo a la siembra del mismo y durante el barbecho se realizaron diferentes prácticas agrícolas (*i.e.* labranzas y/o controles químicos) para homogenizar las condiciones ambientales del área cultivada, y desde un punto de vista ecológico, generar sitios seguros para el cultivo. Sin embargo, en esta etapa, el banco de propágulos del suelo juega un rol fundamental como fuente para el enmalezamiento. La densidad y composición del banco está en estrecha relación con el conjunto de especies del paisaje circundante y la historia agrícola del lote. Por ejemplo, en un lote cuyo cultivo antecesor fue arroz, en Concordia, provincia de Entre Ríos ($32^{\circ}54'42''\text{S}$ y $58^{\circ}18'42''\text{O}$) se cuantificó el número de plántulas de monocotiledóneas (MC) y dicotiledóneas (DC) emergidas a los 30 días de la emergencia del cultivo de soja resistente a glifosato (V_3/V_4 de la escala Fehr y Caviness, 1977) en parcelas con y sin cultivo y en presencia o ausencia de MC y/o DC. Se observó que la densidad de malezas varió significativamente entre los diferentes grupos funcionales ($P < 0,05$) (Fig. 3). La densidad fue mayor en la categoría MC+DC, donde el 87,2% de dicha categoría correspondió

Figura 3.
Densidad de plantas de malezas (plantas m^{-2}) de los distintos grupos funcionales monocotiledóneas (MC), ii) dicotiledóneas (DC) y iii) monocotiledóneas y dicotiledóneas (MC+DC), en promedio de los tratamientos en ausencia o presencia del cultivo de soja a los 30 días de la emergencia (V_3 - V_4) del mismo en Concordia, Entre Ríos ($32^{\circ}54'42''\text{S}$. y $58^{\circ}18'42''\text{O}$). Líneas verticales indican el error estándar. Letras distintas indican diferencias significativas según el test LSD $P = 0,10$. (Kruk *et al.*, 2012).



a MC, indicando la alta predominancia de esta categoría en el sistema, si bien no presentó diferencias significativas con respecto a la categoría MC. En la categoría DC, la densidad fue de 5 plantas m^{-2} . Las especies dominantes en ese cultivo de soja fueron *Echinochloa colona* (L.) Link, *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. y *Oryza sativa* L. (Kruk *et al.*, 2012), malezas frecuentes del cultivo de arroz. El efecto de la presencia o ausencia del cultivo de soja no fue significativo ($P = 0,50$), por lo que, la alta predominancia de malezas monocotiledóneas es atribuido al cultivo antecesor y su respectivo manejo agronómico, principalmente, el anegamiento como práctica de manejo.

Durante el crecimiento del cultivo, a diferencia de lo que ocurre en la etapa ontogénica anterior, hay mayor interacción entre las malezas y el cultivo ya establecido con una cobertura significativa sobre el suelo. Esta interferencia genera un cambio en el ambiente, resultando en diferentes tasas de crecimiento o forma entre los componentes del sistema. Dentro de las interferencias, la competencia juega un rol fundamental en la estructuración de las comunidades de malezas, entendiendo por competencia al mecanismo a través del cual las plantas comparten recursos (*i.e.* agua, radiación y nutrientes) provistos en cantidades insuficientes para satisfacer sus requerimientos combinados, causando una reducción de la supervivencia, del crecimiento y/o de la capacidad reproductiva de los organismos involucrados (Satorre, 1988). Dado ésto, los recursos limitantes serán direccionados hacia el cultivo dominante aumentando la habilidad competitiva del mismo a partir de diferentes prácticas de manejo, produciendo cambios en la estructura de la comunidad de malezas. Por lo tanto, según el cultivo en cuestión, el genotipo sembrado, las decisiones de manejo estructurales (*i.e.* densidad de siembra, distancia entre hileras, fecha de siembra), las medidas de control utilizadas (herbicidas y/o labranzas) y el esquema de fertiliza-

ción, las especies presentes en la comunidad de malezas pueden ser alteradas de diferente manera según el biotipo, su habilidad competitiva, etc., conformando un ensamble particular según el sistema en conjunto.

Cuando el cultivo alcanza el IAF crítico (intercepta el 95% de la radiación incidente), la radiación incidente en los estratos inferiores del suelo y el entresurco es muy baja. Estas condiciones generan cambios en el ambiente tanto en los factores no competitivos como en los competitivos (*i.e.* radiación, agua, nutrientes) afectando de manera significativa la estructura de la comunidad de malezas. En este estado, el cultivo es el factor dominante del sistema siendo el cultivo de cobertura un claro ejemplo de la regulación de la emergencia de especies (Pedraz *et al.*, 2014) (Fig. 4).

En el caso de *Cynodon dactylon*, se ha observado que la presencia de un cultivo puede disminuir en forma importante el crecimiento de la maleza por efecto de la falta de radiación (Camuyrano, 1992; Solari, 1992; Guglielmini y Satorre, 2004). Esta especie presenta una alta tasa de crecimiento en las etapas iniciales que se ve disminuida cuando el cultivo cubre el entresurco y disminuye la radiación interceptada por la maleza, dada la diferencia de altura entre ésta y el cultivo. Un aumento en la densidad de siembra del cultivo y/o disminución en la distancia de entresurcos son estrategias que aceleran la disminución de tasa de crecimiento (Fig. 5) (De Abelleira, 2008).

En la etapa de madurez del ciclo del cultivo, hay factores (competitivos y no competitivos) que actúan como filtros de gran magnitud sobre distintos aspectos del emnalezamiento que tienen impacto en la estructuración de la comunidad de malezas, especialmente la fecundidad de las especies maleza, el nivel de dormición de las semillas (Fenner, 1991) y su dispersión. Con respecto a la producción de semillas, la competencia con el cultivo tanto en esta etapa como en la anterior, hace que la supervivencia (adultos con

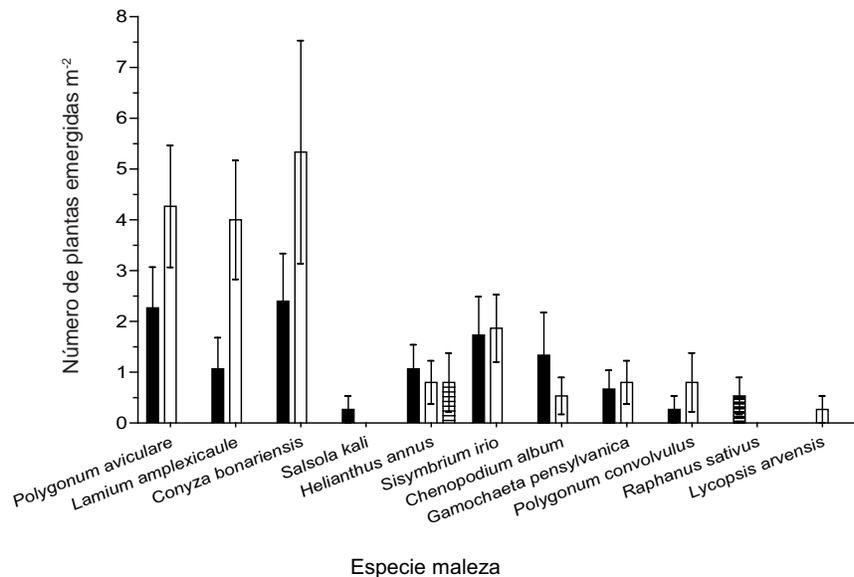
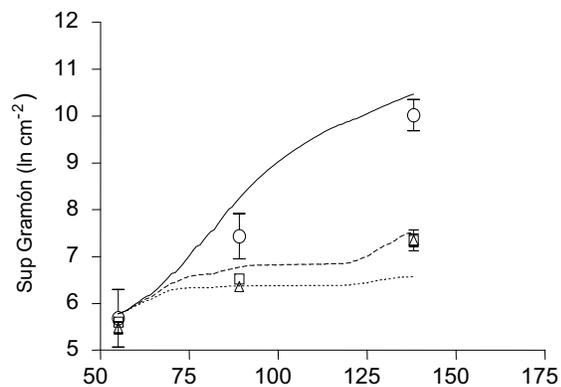


Figura 4. Número de plántulas de malezas en el testigo (T, barra lisa) y cultivo de cobertura (CC, barras rayadas) en el ambiente loma (barra negra) y bajo (barra blanca) al momento de secado de CC en el oeste de la Prov. de Buenos Aires ($36^{\circ}42'06,7S$; $63^{\circ}04'17,9'O$). Líneas verticales indican SEM. Letras distintas indican diferencias significativas dentro de cada especie (test LSD $P = 0,10$). (Pedraz *et al.*, 2014).

Figura 5. Datos observados (puntos) y simulados incluyendo el efecto de la disponibilidad hídrica del suelo (líneas) de la evolución superficie cubierta por manchones de *Cynodon dactylon* (gramón) en suelo desnudo (círculos) y debajo de un canopeo de maíz distanciados a 52 cm y densidad lograda de 3,4 plantas m^{-2} (cuadrados) y 6,7 plantas m^{-2} (triángulos). Las barras indican el error estándar de la media de los valores observados. (adaptado de De Abelleira, 2008).



semilla m^{-2}) y la fecundidad (semillas individuo $^{-1}$) disminuyan. Por ejemplo, la biomasa aérea por planta por individuo $^{-1}$ de *Conyza bonariensis* disminuyó por efecto de la competencia intraespecífica un 78% mientras que en presencia de soja, sólo un 12% ($P > 0,05$). El número de capítulos florales por planta se redujo un 90% por efecto de la competencia intraespecífica (*i.e.*

2215 vs 193) y un 57% en competencia con soja (*i.e.* 954) ($P > 0,05$) (Secreto y Kruk, 2015).

Con respecto a la dispersión de semillas, la cosecha juega un rol definitivo en sus resultados. En cultivos resistentes a determinados herbicidas, las pérdidas de granos en la operación de cosecha convierten al cultivo, en una maleza de otro cultivo.

Secuencia de cultivos en la rotación

Gran parte de la infestación de malezas en sistemas cultivados se origina en el banco de semillas del suelo. Dado que el mismo está conformado por grupos de especies con diferentes patrones temporales de emergencia (Roberts y Feast, 1970), la expresión de la comunidad de malezas en términos florísticos y estructurales, está condicionada primariamente por la estacionalidad climática (Post, 1986; Requesens *et al.*, 1989). Así, la época de siembra de los cultivos es uno de los principales factores que determina la flora acompañante. No obstante, otros factores como las prácticas culturales previas a la implantación del cultivo pueden introducir cambios importantes dentro de una misma estación (Pollard y Cussans, 1981; Froud Williams *et al.*, 1984).

Las rotaciones de cultivos han sido reconocidas como una práctica efectiva en el manejo de malezas debido a que se 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 (Harper, 1977). En los cultivos secuenciados, si bien no existe competencia entre las especies, los cultivos antecesores interfieren en el crecimiento del cultivo siguiente debido a modificaciones en los recursos del suelo (Begon *et al.*, 2006). Los recursos ambientales no utilizados por el cultivo podrían ser aprovechados por un segundo cultivo sembrado en el mismo año y en la misma superficie (Rao, 1983). Por ejemplo, Kruk y Salaverri (2013) encontraron diferencias significativas en la composición, riqueza y frecuencia relativa en la comunidad de especies malezas presentes en lotes productivos según el cultivo antecesor (*i.e.* trigo, arveja, colza, etc.) como componente de la rotación. Cada uno de los cultivos se diferencia del resto según la demanda de recursos, momento de siembra, largo de ciclo, momento de cosecha, tipo y cantidad de residuos, condiciones edáficas e hídricas del suelo posteriores a la cosecha, entre otras (Bullock, 1992). Por lo tanto, cada cultivo de invierno, en este ejemplo, genera

un ambiente particular durante la implantación del cultivo de segunda. Estas características son determinantes del nivel de complementación entre las especies en la captación y uso de los recursos y, por lo tanto, de la productividad de la secuencia intensificada. En este contexto, la secuencia de cultivos, su intensidad (número de cultivos en el año) y los herbicidas aplicados actúan como restricciones ambientales capaces de filtrar atributos vegetativos, reproductivos o funcionales de las comunidades de malezas (Booth y Swanton, 2002).

La habilidad competitiva de una especie refleja el resultado final del proceso y debe medirse, más allá de las fuertes reducciones de biomasa por competencia, en términos de la capacidad para producir propágulos (semillas o estructuras vegetativas) por unidad de peso y tiempo. La mayoría de las malezas presentes en la zona agrícola pampeana son especies terófitas o anuales (Poggio *et al.*, 2004; de la Fuente *et al.*, 2006) y las especies que se establecen en el cultivo luego de los disturbios surgen a partir de las semillas acumuladas en el banco del suelo y otras que fueron dispersadas en años anteriores. Kruk y Salaverri (2013) evaluaron la composición florística del banco de semillas de malezas en un establecimiento de Pergamino (33°53'S 60°34'O), según los cultivos antecesores. *Coronopus didymus* y *Stellaria media* estuvieron presentes en cinco combinaciones de cultivos (Fig. 6). La especie con mayor número de plántulas emergidas en todos los tratamientos fue *C. didymus*, sin embargo, sólo en el tratamiento cuyo antecesor fue colza-soja de segunda, el número de plántulas emergidas presentó diferencias significativas con respecto a los otros ($P < 0,10$) (Fig. 6). Lo mismo ocurrió con la especie *Plantago patagonica* aunque ésta no emergió en los tratamientos cuyos antecesores fueron cebada-soja y arveja-soja. El número de plántulas emergidas de *S. media* fue significativamente mayor cuando su antecesor fue colza-soja con respecto a soja de primera y cebada-soja; mientras que no se ob-

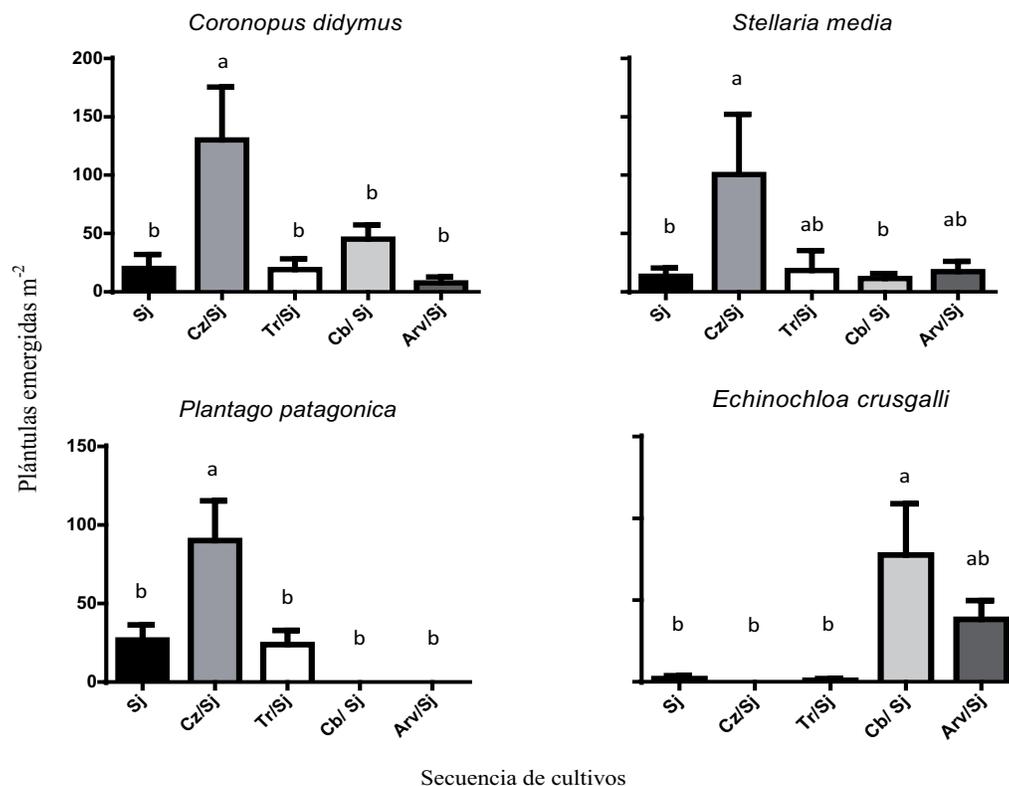


Figura 6. Densidad de plántulas de *Coronopus didymus*, *Stellaria media*, *Plantago patagonica* y *Echinochloa crusgalli* emergidas del banco de semillas provenientes de los lotes con antecesores Sj: Barbecho-Soja de primera, Cz/Sj: Colza-Soja de segunda, Tr/Sj: Trigo-Soja de segunda, Cb/Sj: Cebada-Soja de segunda y Arv/Sj: Arveja-soja de segunda en Pergamino (33°53'S 60°34'O), Letras distintas indican diferencias significativas (Tukey, $P < 0,10$). (adaptado de Kruk y Salaverri, 2013).

servaron estas diferencias cuando se compararon con trigo-soja y arveja-soja. La mayor proporción de plántulas de *Echinochloa crus galli* observó en el tratamiento con la secuencia antecesor cebada-soja que mostró diferencias significativas con respecto a soja, colza-soja y trigo-soja pero no con arveja-soja. Este último por su lado, no mostró diferencias comparándolo con los otros antecesores. Así, la época de siembra de los cultivos y la duración del ciclo de cada uno, son algunos de los factores que explican la flora acompañante. La combinación de los cultivos en la rotación establece los recursos disponibles para la emergencia, crecimiento y capacidad reproductiva de las malezas presentes en los lotes de producción.

Comentarios finales

La problemática de las malezas debe ser abordada a través de diferentes estrategias a largo plazo que incluyan la combinación de diversas medidas de control y manejo con el propósito de mantener a las poblaciones de malezas bajo un umbral económicamente admisible. Una medida básica para el manejo de las mismas es el establecimiento de un canopeo de cultivo que cubra el suelo y modifique el microambiente de las semillas de manera tal que no se establezcan las condiciones óptimas para el establecimiento y crecimiento de las mismas. La intensificación de los cultivos (*i.e.* número de cultivos por año) y la combinación de los mismos

en la rotación son estrategias base para disminuir la presencia en los lotes de producción, dado que hay menos recursos disponibles para su crecimiento. El cultivo a sembrar, el genotipo, la fecha de siembra, la densidad, el uso de fertilizantes y herbicidas son decisiones de manejo que favorecen la habilidad competitiva del cultivo en detrimento del crecimiento de las malezas y por ello, deben ser incorporadas al momento de diseñar las estrategias de manejo de malezas. El uso de herbicidas como única herramienta de control sin tener en cuenta aspectos importantes de la dinámica poblacional de las

malezas (*i.e.* etapa o proceso crítico de la maleza para la aplicación del herbicida) y el número excesivo de aplicaciones, han acelerado la aparición de especies resistentes a los mismos. Estas prácticas actúan directamente sobre la comunidad de malezas reduciendo la variabilidad de las mismas debido a la repetición del mismo esquema de manejo en el tiempo y en el espacio. Por ello, considerar al cultivo y a la secuencia de cultivos como reguladores de la presencia de malezas en los lotes de producción es clave al diseñar programas sustentables de manejo en los escenarios agrícolas bajo siembra directa.

BIBLIOGRAFÍA

- Begon, M.; C.R. Townsend and J.L. Harper. 2006: Ecology: from individuals to ecosystems. Blackwell Publishing, Oxford.
- Benech-Arnold, R.L.; C.M. Ghersa; R.A. Sanchez and P. Insausti. 1990. Temperature effects on dormancy release and germination rate in *Sorghum halepense* (L.) Pers. seeds: a quantitative analysis. *Weed Research* 30: 81-90.
- Benech-Arnold, R.L.; R. Sánchez; F. Forcella; B. Kruk and C. Ghersa. 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research* 67: 105-122.
- Booth, B.D. and J. Swanton. 2002. 50th Anniversary-Invited Article. Assembly theory applied to weed communities. *Weed Science* 50: 2-13.
- Bullock, D.G. 1992. Crop rotation. *Critical reviews in plant science* 11(4): 309-326.
- Camuyrano, M. 1992. Bases ecológicas para el manejo y control de gramón (*Cynodon dactylon* L. Pers.) en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.). Trabajo de intensificación, Facultad de Agronomía, UBA, Argentina.
- Chauhan, B. and D.E. Johnson. 2009. Seed Germination Ecology of Junglerice (*Echinochloa colona*): A Major Weed of Rice. *Weed Science* 57: pp. 235-240.
- Clements, D.R.; S.F. Weise and C.J. Swanton. 1994. Integrated weed management and weed species diversity. *Phytoprotection* 75: 1-18.
- Coote, D.R. and C.A. Malcolm-Mc Govern. 1989. Effects of conventional and no tillage corn growth in rotation on three soils in eastern Ontario, Canada. *Soil & Tillage Research* 14: 67-84.
- De Abelleira, D. 2008. Modelización del crecimiento de gramón (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) en cultivos de soja, maíz y girasol. Tesis de Magister, Facultad de Agronomía, UBA
- de la Fuente, E.; S.A. Suárez and C. Ghersa. 1999. Soybean Weed Communities: Relationships with Cultural History and Crop Yield *Agronomy Journal* 91: 234-241.
- de la Fuente, E.; S.A. Suárez and C. Ghersa. 2006. Soybean weed community composition and richness between 1995 and 2003 in the Rolling Pampas (Argentina). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 115: 229-236.
- Egley, G. 1986. Stimulation of weed seed germination in soil. *Reviews of Weed Science* 2: 67-89.
- Fehr, W.R. and C.E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Special Report 80. Iowa State University, Ames, Iowa. 11 p.
- Fenner M. 1991. The effects of the parent environment on seed germinability. *Seed Science Research* 1: pp 75-84.
- Froud-Williams, R.J.; R.J. Chancellor and D.S.H. Drennan. 1984. The effects of seed burial and soil disturbance on emergence and survival of arable weeds in relation to minimal cultivation. *Journal of Applied Ecology* 21: 629-641.

- Ghersa, C.; R. Benech-Arnold and M. Martinez Ghersa. 1992. The role of fluctuating temperatures in germination and establishment of *Sorghum halepense* (L.) Pers. II. Regulation of germination at increasing depths. *Functional Ecology* 6: 460-468.
- Grime, J. 1979. Plant strategies and Vegetation Processes. J. Wiley & Sons, New York.
- Guglielmini, A. and E.H. Satorre. 2004. The effect of non-inversion tillage and light availability on dispersal and spatial growth of *Cynodon dactylon*. *Weed Research* 44: 366-374.
- Harper, J.L. 1977. Population Biology of Plants. Academic Press, London.
- Holmes, M.G. and H. Smith. 1977. The function of phytochrome in the natural environment. II. The influence of vegetation canopies on the spectral energy distribution of natural daylight. *Photochemistry and Photobiology* 25: 539-545.
- Karsen, C.M. 1982. Seasonal patterns of dormancy in weed seeds. In: A. Khan (ed). The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam. pp. 243-270.
- Koller, D. 1972. Environmental control of seed germination. In: T.T. Kolzowski (ed) Seed Biology, Vol. II. Germination, Control, Metabolism, and Pathology. Academic Press, New York. pp. 1-101.
- Kruk, B. 2002. Análisis funcional y cuantitativo de la emergencia de especies maleza en el cultivo de trigo. FAUBA. Tesis de doctorado (2002). 190p.
- Kruk, B.C. and R. Benech-Arnold. 1998. Functional and quantitative analysis of seed thermal responses in prostrate knotweed (*Polygonum aviculare*) and common purslane (*Portulaca oleracea*) *Weed Science* 46: 83-90.
- Kruk, B.C. and R. Benech-Arnold. 2000. Evaluation of dormancy and germination responses to temperature in *Carduus acanthoides* and *Anagallis arvensis* using a screening system, and relationship with field-observed emergence patterns. *Seed Science Research* 10: 77-88.
- Kruk, B. and R.L. Benech-Arnold. 2001. Análisis funcional y cuantitativo de la emergencia de *Chenopodium album*. Actas XV Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas. Maracaibo, Venezuela.
- Kruk, B. y G. Salaverri. 2013. Efecto del cultivo antecesor sobre la comunidad de malezas en la región pampeana, Argentina. XXI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) Méjico, Noviembre 2013.
- Kruk, B.; P. Insausti; A. Razul and R. Benech-Arnold. 2006. Light and thermal environments as modified by a wheat crop: effects on weed seed germination. *Journal of Applied Ecology* 43: 227-236.
- Kruk, B.; F. Rodriguez y A. Guglielmini. 2012. Abundancia de especies malezas en un cultivo de soja en Concordia, Entre Ríos. XIV Jornadas Fitosanitarias. Potrero de los Funes, San Luis.
- Martínez-Ghersa, M.A.; C.M. Ghersa and E.H. Satorre. 2000. Coevolution of agricultural systems and their weed companions: implications for research. *Field Crops Research* 67: 181-190.
- Pedraz, F.; G. Varillas; M. Barraco y B. Kruk. 2014. El cultivo de cobertura como estrategia de manejo de malezas en el oeste de Buenos Aires, Argentina. XXIX Congresso Brasileiro Da Ciência Das Plantas Daninhas. Gramado, Brasil.
- Poggio, S.L.; E.H. Satorre and E.B. de la Fuente. 2004. Structure of weed communities occurring in pea and wheat crops in the Rolling Pampa (Argentina). *Agric Ecosyst Environ* 103: 225-235.
- Pollard, F. and G.W. Cussans. 1981. The influence of tillage on the weed flora in a succession of winter cereal crops on a sandy loam soil. *Weed Research* 21: p.185-190.
- Post, B.J. 1986. Factors of influence on the development of an arable weed vegetation. Proceedings of the EWRS Symposium, Economic Weed Control, Stuttgart-Hohenheim, p. 317-325.
- Rao, V.S. 1983. Principles of Weed Science. Oxford & IBH Publishing Co., Nueva Delhi. 541 pp.
- Requesens, E.; N. Madanes y L. Montes. 1989. Análisis de la composición florística y de la dinámica de dos comunidades estacionales de malezas. *Revista de la Facultad de Agronomía (La Plata)* 65: 53-60.
- Roberts, H.A. and P.M. Feast. 1970. Seasonal distribution of emergence in some annual weeds. *Experimental Horticulture* 21: 36-41.
- Satorre, E.H. 1988. The competitive ability of spring cereals. PhD Thesis, University of Reading, Reading UK
- Scopel, A.L.; C.L. Ballaré and R.A. Sánchez. 1991. Induction of extreme light sensitivity in buried weed seeds and its role in the perception of soil cultivations. *Plant, Cell and Environment* 14: 501-508.
- Secreto, E. y B. Kruk. 2015. Competencia intraespecífica de *Conyza bonariensis* e interespecífica con soja en dos posiciones de paisaje en la Pampa ondulada (Argentina). XXII Congreso de la ALAM, I Congreso de la ASACIM. CABA, Argentina.

- Smith, H. 1982. Light quality, photoperception, and plant strategy. *Ann. Rev. Plant Physiology* 33: 481-518.
- Solari, F. 1992. Efecto de la estructura del canopeo de Soja (*Glycine Max*) sobre el crecimiento de gramón (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). Trabajo de intensificación. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Swanton, C.; D. Clements and D. Derksen. 1993. Weed succession under conservation tillage: A hierarchical framework for research and management. *Weed Technology* 7: 286-297.
- Taylorson, R.B. and H.A. Borthwick. 1969. Light filtration by foliar canopies: significance for light controlled weed seed germination. *Weed Science* 17: 48-51.
- Teasdale, J.R. 1993. Interaction of light, soil moisture, and temperature with weed suppression by hairy vetch residue. *Weed Science* 41: 46-51.
- Teasdale, J.R. and C.L. Mohler. 1993. Light transmittance, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. *Agronomy Journal* 85: 673-680.
- Tester, M. and C. Morris. 1987. The penetration of light through soil. *Plant, Cell and Environment* 10: 281-286.
- Thompson, K.; J. Grime and G. Mason. 1977. Seed germination in response to diurnal fluctuations of temperature. *Nature* 267: 147-149.
- Tuesca, D. y E. Puricelli. 2001. Análisis de los cambios en la comunidades de malezas asociados al sistema de labranza y al uso continuo de Glifosato. Documento Siembra directa en el cono Sur. Montevideo, Uruguay. PROCISUR. Pp. 183-201.