

EFECTO DEL LABOREO EN EL BANCO DE SEMILLAS DE MALAS HIERBAS DEL SUELO EN MONOCULTIVO Y ROTACIÓN DE TRIGO

Santín-Montanyá M.I.^{1*}, Zambrana-Quesada E.²,
Tenorio-Pasamón J.L.²

¹*Dpto. de Protección Vegetal, INIA, Ctra. de La Coruña, km 7,5, 28040 Madrid.*

²*Dpto. de Medio Ambiente, INIA, Ctra. de La Coruña, km 7,5, 28040 Madrid.*

**isantin@inia.es*

Resumen: El banco de semillas de malas hierbas presente en el suelo es una demostración de la existencia de una comunidad de malas hierbas y está vinculado a las fases de crecimiento de un ecosistema. Las prácticas agronómicas pueden ocasionar cambios en el banco de semillas de los suelos agrícolas. Nuestro objetivo fue comparar la influencia del laboreo de conservación (mínimo laboreo y siembra directa) frente al laboreo convencional, sobre la densidad y riqueza específica del banco de semillas persistente de un suelo agrícola, en parcelas con dos sistemas de cultivo: monocultivo y rotación de trigo de invierno. Se tomaron muestras de suelo en parcelas con los tres sistemas de laboreo, a 3 profundidades: 0-7 cm, 7-15 cm y 15-30 cm. Los resultados obtenidos en este estudio mostraron que el efecto acumulativo del laboreo en parcelas con trigo en monocultivo no tuvo efectos en la densidad de semillas, aunque sí en su distribución, cuantificadas mayoritariamente a mayor profundidad (P3). Por otro lado, se observó una clara influencia del laboreo y la profundidad en la densidad y riqueza específica del banco de semillas de tipo persistente del suelo, en las parcelas con rotación de trigo. Nuestros resultados confirman que una variedad de cultivos puede ir asociada a una mayor variedad de especies de malas hierbas presentes en el banco de semillas del suelo.

Palabras clave: Biodiversidad, laboreo de conservación, cereal, sistemas de cultivo.

Summary: *Tillage effects on weed seed bank with wheat monoculture and rotational.* The weed seedbank into the soil is a demonstration of the existence of a weed community and it is linked to ecosystem growth phases. Agronomic practices can cause changes in the seed bank of agricultural soils. Our objective was to compare the

influence of conservation tillage (minimum tillage and direct seeding) with conventional tillage on weed seed density and species richness of persistent seedbank, with two cropping systems: wheat monoculture and wheat rotation. Soil samples were taken in plots with three tillage systems, at 3 depths: P1 (0-7 cm), P2 (7-15cm) and P3 (15-30 cm). The results of this study showed that cumulative effects of tillage systems, in wheat monoculture plots, had no effect on seed density, and the seed species were concentrated in deepest section of soil (P3). On the other hand, we observed a clear influence of tillage and depth on weed density and species richness of the persistent weed seed bank in wheat rotation plots. Our results confirm that a variety of crops could be associated to a variety of weed species present into soil seedbank.

Keywords: Biodiversity, cereal, conservation tillage, crop systems.

INTRODUCCIÓN

En los suelos agrícolas existe un continuo movimiento de aportes y pérdidas de semillas de malas hierbas, y la conformación de un banco de semillas persistente es una de sus estrategias regenerativas (Haghighi et al., 2013). Se trata entonces, de un concepto dinámico que nos proporciona información ecológica y evolucionista de la dinámica poblacional de las malas hierbas (Mulugeta & Stoltenberg, 1997).

El laboreo es una de las prácticas agronómicas más antiguas, y sus objetivos han variado desde preparar una buena "cama de siembra" para el cultivo, hasta la eliminación de malas hierbas emergidas. En general, el laboreo actúa sobre el banco de semillas de malas hierbas del suelo favoreciendo su germinación en unos casos y su enterramiento en otros. Por lo tanto, el estudio de la reserva de semillas en el suelo constituye una parte importante en el recambio de las poblaciones y la dinámica de las comunidades de malas hierbas de un agro-sistema.

La investigación de los bancos de semillas de malas hierbas de los suelos agrícolas, tiene gran importancia para la conservación de la biodiversidad agrícola y la estabilidad del agro ecosistema.

El objetivo de este estudio es determinar la densidad y el número de especies del banco de semillas de malas hierbas presentes en un monocultivo de trigo comparado con un cultivo de trigo en rotación (con barbecho, cebada y veza), sometido a dos sistemas de laboreos de conservación: mínimo laboreo (chisel, ML) y no laboreo (siembra directa, SD), frente al laboreo convencional (vertedera, LC). Analizamos el banco de semillas persistente realizando la extracción física por lavado, para determinar la cantidad total de semillas y el número de especies presentes

que se encuentran en las parcelas de trigo monocultivo y trigo en rotación en cada sistema y en tres profundidades distintas.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la finca "La Canaleja" situada en Alcalá de Henares (Madrid), con una pluviometría media de 470 mm al año y una altitud de 610 m sobre el nivel del mar, se inició un experimento en otoño de 1994, en parcelas con monocultivo de trigo, con tres sistemas de laboreo: laboreo convencional (LC), mínimo laboreo (ML) y siembra directa (SD). El muestreo del suelo se realizó en la campaña 2010-2011, en otoño, después de labrar y antes de la siembra. Se tomaron muestras en 12 parcelas de trigo en monocultivo y 12 parcelas de trigo en rotación (20 x 12,5m). Se delimitó un área de 8,5 x 16m en el centro de cada parcela, donde se realizaron 4 extracciones con un cilindro de 5 cm de diámetro a 3 profundidades distintas: P1 (0-7cm), P2 (7-15cm) y P3 (15-30cm).

Se obtuvo una muestra compuesta del suelo por cada parcela, donde se determinó la densidad y riqueza del banco de semillas, realizando la extracción física de las semillas por lavado según la técnica de Malone (1967). Del volumen de suelo extraído en cada parcela, se empleó una alícuota de 100g de suelo, para cada una de las profundidades correspondientes del perfil del suelo, en la cual se realizó la dispersión química de las arcillas y la extracción de residuos orgánicos del suelo, para posteriormente contabilizar el contenido de semillas. El cálculo de la densidad de semilla se halló teniendo en cuenta además la densidad aparente del suelo para cada profundidad. La densidad total de semillas de malas hierbas se refirió a la unidad de área (1m²). Se calculó también la densidad relativa de las especies más representativas del banco de semillas del suelo.

El experimento consistió en un diseño split-plot, con el sistema de laboreo como factor principal y la profundidad como factor secundario. En total se analizaron 72 muestras, en los dos sistemas de cultivo: trigo monocultivo y trigo en rotación (3 sistemas de laboreo x 3 profundidades x 4 repeticiones).

Los resultados obtenidos se analizaron mediante un Análisis de varianza multifactorial (ANOVA) de la densidad y riqueza específica de las semillas de malas hierbas, para los tres sistemas de laboreo y en las tres profundidades. Con el fin de homogeneizar la varianza, el n^o de semillas sufrió una transformación (LOG [X+1]) previa al ANOVA. Las diferencias entre tratamientos se detectaron mediante el test de comparación de medias de la Mínima Diferencia Significativa (LSD), con un nivel de significación del 5%. Todos los test estadísticos se realizaron con el paquete informático STATGRAPHICS® (Statgraphics Plus for Windows, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio del banco de semillas llevado a cabo en ambos sistemas de cultivo, indica que los efectos de los sistemas de laboreo y la profundidad variaron tanto para la densidad de semillas de malas hierbas, como para el número de especies observado en el suelo. Los efectos de la interacción entre los sistemas de laboreo y la profundidad no fueron significativos (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de varianza (p-valor) del efecto del sistema de laboreo y profundidad sobre la densidad y riqueza del banco de semillas del suelo, en Trigo monocultivo y rotación.

Tratamientos	Trigo en monocultivo		Trigo en rotación	
	Densidad	Riqueza	Densidad	Riqueza
	(nº semillas/m ²)	(nº especies)	(nº semillas/m ²)	(nº especies)
Sist. de Laboreo (SL)	0,136 n.s.	0,003**	0,033*	0,0413*
Profundidad (P)	0,000***	0,082 n.s.	0,000***	0,004**
SL x P	0,839 n.s.	0,281 n.s.	0,540 n.s.	0,291 n.s.

Los posibles efectos acumulativos del laboreo convencional y de conservación, en el banco de semillas de malas hierbas, de un sistema de monocultivo de cereal, no mostraron ningún efecto sobre la densidad de semillas de malas hierbas. Sin embargo, una parte significativa de la variación de semillas de malas hierbas del suelo, presente en un sistema de rotación de cereales, podría atribuirse al sistema de gestión del suelo. Las parcelas de trigo en rotación, con laboreo de conservación (en especial el mínimo laboreo), mostraron una mayor densidad de semillas que el sistema de laboreo tradicional. La distribución vertical de las semillas se vio afectada por la profundidad en ambos sistemas de cultivo (monocultivo y rotación). La sección más profunda del suelo (P3: 15-30 cm) presentó una mayor densidad de semillas que el resto de las profundidades estudiadas, lo que explicaría en parte la influencia de la profundidad en la dormancia y germinación de diferentes especies de malas hierbas que conforman un banco de semillas de tipo persistente en el suelo (Figura 1).

El cultivo de cereales de invierno constante (cereal en monocultivo) durante años y en rotación, causó diferencias en el número de especies observadas en el banco de semillas del suelo, en nuestras condiciones de secano. En ambos casos, el laboreo de conservación (ML y SD) destacó como el sistema que más especies presentó. Sin embargo, la distribución vertical de las especies fue diferente en las parcelas de monocultivo y rotación de trigo. No encontramos diferencias significativas entre especies en las parcelas de monocultivo de trigo, mientras que en parcelas con rotación de trigo, la profundidad afectaba de manera significativa a la riqueza

específica del banco de semillas. La sección más superficial del banco de semillas, P1 (0-7 cm), mostró mayor riqueza específica, esto es debido posiblemente a que germinaran más especies, pues una variedad de cultivos puede ir asociada a su vez a una variedad de especies de malas hierbas.

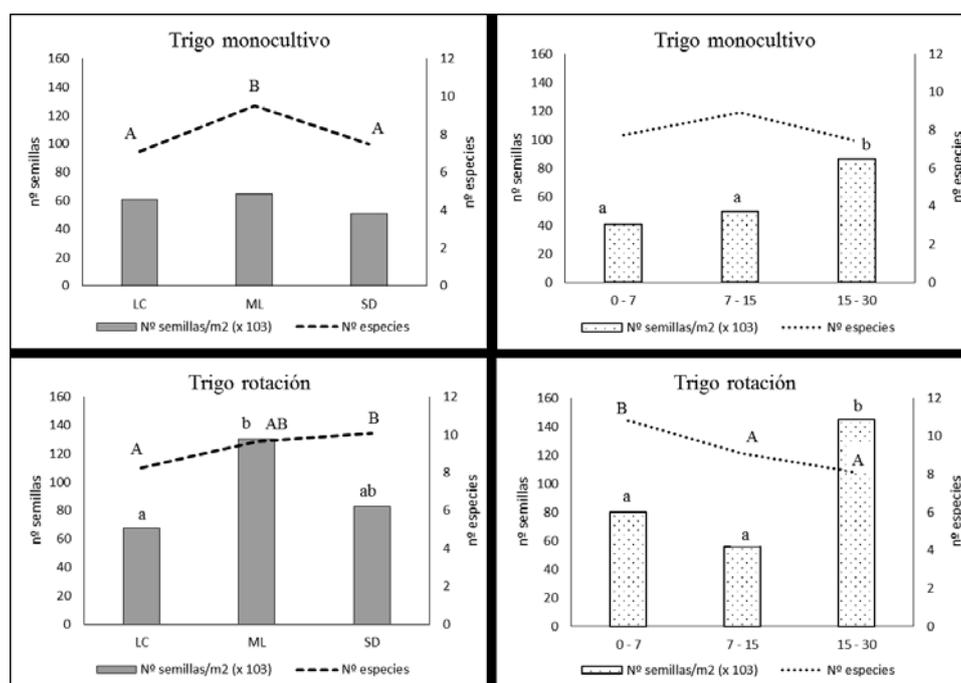


Figura 1. Densidad de semillas y número de especies del banco de semillas en Trigo monocultivo y rotación. Diferencias entre letras minúsculas muestran diferencias significativas en el nº de semillas/m² y mayúsculas en el número de especies, dentro de los sistemas de laboreo y la profundidad según el Test LSD (p<0,05).

Una de las estrategias regenerativas de las plantas es la conformación de un banco de semillas persistente (Sonoskie et al., 2006; Haghghi et al., 2013). La composición florística del banco es una muestra de las diferentes estrategias utilizadas por las especies en la producción, dispersión y supervivencia de sus semillas (Mulugeta & Stoltenberg, 1997). La mayoría son especies pioneras, que presentan latencia y una amplia diseminación, y dominan en el banco de semillas persistente en el suelo. En estos casos, para cada especie siempre hay semillas representantes de varias generaciones que se van sumando. Se trata de especies que prácticamente incorporan al suelo la totalidad de las semillas producidas como única estrategia. Son típicas de este grupo las especies arvenses de semilla muy pequeña. Se muestra en la Tabla 2 la densidad relativa, expresada como porcentaje, de tres especies de malas hierbas

representativas del banco de semillas de tipo persistente, contabilizadas en cada sistema de laboreo, sistema de cultivo y su distribución vertical en el suelo.

Tabla 2. Porcentaje de las especies más representativas en cada sistema de laboreo, sistema de cultivo y distribución en el suelo, en el banco de semillas de tipo persistente.

		<i>Amaranthus sp.</i>	<i>Papaver sp.</i>	<i>P. oleracea</i>
Sist. Laboreo	LC	28,79	32,07	16,61
	ML	36,47	34,78	71,03
	SD	34,73	33,15	12,36
Sist. Cultivo	Monocultivo	51,61	15,22	6,42
	Rotación	48,39	84,78	93,58
Profundidad	P1 (0-7 cm)	33,51	44,29	27,76
	P2 (7-15 cm)	35,73	26,36	16,85
	P3 (15-30 cm)	30,76	29,35	55,39

LC: Laboreo convencional. ML: Mínimo laboreo. SD: Siembra directa.

En líneas generales, observamos que el mínimo laboreo (ML) favoreció la densidad relativa de estas especies, especialmente de *P. oleracea*. La densidad relativa de semillas contabilizada en trigo monocultivo y en rotación también varió. La presencia de semillas de *Papaver sp.* y *P. oleracea* fue superior en las parcelas con trigo en rotación. Por otro lado, la distribución vertical de las semillas de dichas especies en el suelo fue diferente: *Papaver sp.* se encontró mayoritariamente en los primeros 7 cm del suelo, mientras que las semillas de *P. oleracea* se encontraron en la sección más profunda del suelo (15-30 cm) y las semillas de *Amaranthus sp.* se encontraron más uniformemente distribuidas.

CONCLUSIONES

Actualmente, existe escasa información acerca de las prácticas agronómicas que pueden estar asociadas con los cambios en el banco de semillas de malas hierbas de los suelos agrícolas, y tal información es crucial en el manejo de las malas hierbas. Aunque a primera vista, los estudios sobre bancos de semillas de las malas hierbas, no ayudan a resolver los problemas inmediatos de malas hierbas; en el largo plazo está justificado, científica y económicamente, determinar el grado en que las prácticas agronómicas afectan a la composición del banco de semillas de malas hierbas. En este contexto, un mejor conocimiento de los factores que pueden influir en la emergencia de las especies presentes en un

campo, nos permitirá mejorar la eficacia de los sistemas de control de las malas hierbas, suponiendo un avance cualitativo importante en el control de las poblaciones de malas hierbas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de investigación AGRI-SOST II. P2013-ABI-2717 (Comunidad de Madrid). Los autores agradecen a José Silveria Blanco y F^{co} Javier Ruiz Rodríguez, personal de la finca "La Canaleja", su profesional apoyo y dedicación en el trabajo de campo realizado.

BIBLIOGRAFÍA

- HAGHIGHI RS, CRITCHLEY N, LEIFERT C, EYRE M & COOPER J (2013) Individual and interactive effects of crop type and management on weed and seed bank composition in an organic rotation. *International Journal of Plant Production* 7, 243-268.
- MALONE CR (1967) A rapid method for enumeration of viable seeds in soil. *Weed Science* 15, 381-382.
- MULUGETA D & STOLTENGERG DE (1997) Weed and weed seedbank management with integrated methods as influenced by tillage. *Weed Science* 45, 706-715.
- SONOSKIE LM, HERMS CP & CARDINA J (2006) Weed seed bank community composition in a 35-yr-old tillage and rotation experiment. *Weed Science* 54, 263-273.