

Efecto a largo plazo de diferentes sistemas de laboreo sobre la biomasa de malas hierbas en una rotación cereal-leguminosa

María Eva Hernández-Plaza¹✉, Emilio Carbonell², Luis Navarrete³, José Luis González-Andújar¹

¹Instituto de Agricultura Sostenible (CSIC), Apdo 14080-Córdoba

²VIA, 46113 Moncada, Valencia

³IMIDRA, Finca El Encín, Autovía del Noreste A-2, Km. 38.200, Apdo 127-28800 Alcalá de Henares (Madrid)

✉ mehernan@ias.csic.es

Resumen: Los datos que se muestran en el presente trabajo fueron recogidos durante 5 campañas agrícolas, en un experimento de campo de larga duración, ubicado en la finca El Encín (Alcalá de Henares, Madrid) e iniciado en 1985, y que consiste en una rotación de trigo de invierno y leguminosa para forraje, bajo diferentes sistemas de laboreo (convencional, mínimo y siembra directa), en condiciones de secano. El objetivo ha sido evaluar el efecto de los sistemas de laboreo sobre la biomasa de las malas hierbas. Nuestros resultados indican que el efecto del laboreo depende del cultivo en rotación. Podemos concluir que existe un efecto del tipo de laboreo sobre la biomasa de las malas hierbas en la rotación de veza pero no en la rotación de trigo.

Palabras clave: laboreo convencional, laboreo de conservación, trigo, veza.

1. INTRODUCCIÓN

El laboreo ha sido un componente esencial de los sistemas agrícolas. Son numerosos los estudios realizados sobre la respuesta de la vegetación arvense al conjunto de los factores que se asocian a un determinado sistema de laboreo (o tipo de manejo) (Shresta et al., 2002; Dorado y López-Fando, 2006). La introducción de nuevas prácticas de laboreo (ej. laboreo de conservación) generalmente causa cambios en la composición y abundancia de la flora arvense. Estudios previos han documentado que el laboreo de conservación incrementa la densidad y biomasa de las malas hierbas (Tuesca et al., 2003). Dichos estudios están basados principalmente en experimentos de corta duración y existe poca información sobre su efecto a largo plazo. El conocimiento de los efectos a largo plazo de los diferentes sistemas de laboreo sobre la vegetación arvense puede proporcionar una valiosa información para su manejo (Hernández-Plaza et al., 2015). Por ello sería recomendable disponer de datos obtenidos en periodos de estudio suficientemente amplios para minimizar la elevada variabilidad en la respuesta. En este sentido, el objetivo de este trabajo ha sido evaluar el efecto a largo plazo de tres sistemas de laboreo (convencional, mínimo y no laboreo) sobre la biomasa de las malas hierbas en una rotación de cereal-leguminosa.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos que se muestran en el presente trabajo fueron recogidos durante 5 campañas agrícolas (2011/12 a 2015/16), en un experimento de campo de larga duración, ubicado en la finca El Encín (Alcalá de Henares, Madrid), e iniciado en 1985. En él se vienen comparando 3 sistemas de laboreo: convencional, con vertedera; mínimo, con chisel o cultivador y no laboreo, con sembradora de discos, en una rotación de trigo y veza para forraje, en condiciones de secano. El diseño experimental ha sido de bloques al azar con 4 repeticiones. El tamaño de la parcela, 800 m². El suelo, de textura franca, 1% de M.O. y pH de 7,7. Los cultivos fueron: veza cv. Senda en 2011 y Libia en

2013 y 2015; trigo blando cv. Avelino y Sarina en 2012 y 2014, respectivamente. La biomasa de la vegetación arvense fue estimada anualmente de la siguiente manera: cuando el cultivo fue trigo, el muestreo se realizó antes de la aplicación del herbicida de postemergencia, a mediados de febrero y mediados de abril, en 2014 y 2012, respectivamente. Cuando el cultivo fue veza no se aplicó herbicida en postemergencia y los muestreos se realizaron a mediados de marzo, mediados de abril y mediados de mayo en 2015, 2013 y 2011, respectivamente. En todos los casos se recogieron las arvenses presentes en 10 marcos rectangulares de 33 x 30 cm, distribuidos sistemáticamente en un recorrido en forma de «M» en cada parcela. Una vez separadas por especies, se obtuvo el peso seco del conjunto de cada una de ellas, tras pasar 48 horas en estufa a 80°C.

Los datos fueron analizados con un modelo lineal de medidas repetidas con los años, tratamientos (tipo de laboreo y rotación) y su interacción como factores. Se examinaron diferentes estructuras de covarianza para el efecto del año y se utilizó el Criterio de Información Bayesiano (BIC) para elegir la estructura más apropiada. El software R fue utilizado para realizar los análisis (R Development Core Team, 2011).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo del periodo de experimentación se encontraron un total de 36 especies arvenses (Tabla 1). Todas ellas son especies comunes en campos de cereales o leguminosas (González-Andújar & Saavedra, 2003). La mayoría de estas fueron dicotiledóneas (Tabla 1), siendo *Descurainia sophia*, *Papaver rhoeas* y *Veronica hederifolia* las especies más abundantes en los tres sistemas de laboreo.

Tabla 1. Especies encontradas

<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.
<i>Asperugo procumbens</i> L.	<i>Atriplex patula</i> L.
<i>Bassia scoparia</i> (L.) Voss.	<i>Bombycilaena erecta</i> (L.) Smolj.
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.
<i>Cnicus benedictus</i> L.	<i>Chenopodium album</i> L.
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb. Ex Prantl	<i>Epilobium brachycarpum</i> C. Presl
<i>Fumaria officinalis</i> L.	<i>Fumaria parviflora</i> Lam.
<i>Galium tricornutum</i> Dandy	<i>Heliotropium europaeum</i> L.
<i>Hordeum murinum</i> L.	<i>Hypocoum imberbe</i> Sm.
<i>Lactuca serriola</i> L.	<i>Lamium amplexicaule</i> L.
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	<i>Malva sylvestris</i> L.
<i>Papaver rhoeas</i> L.	<i>Papaver hybridum</i> L.
<i>Polygonum aviculare</i> L.	<i>Portulaca oleracea</i> L.
<i>Roemeria hybrida</i> (L.) DC.	<i>Salsola kali</i> L.
<i>Sisymbrium irio</i> L.	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	<i>Trigonella polyceratia</i> L.
<i>Urtica urens</i> L.	<i>Veronica hederifolia</i> L.

La tabla 2 muestra los resultados del modelo lineal ajustado. Todos los factores mostraron efectos significativos. La biomasa arvense fue muy dependiente del factor año, como corresponde a un experimento realizado en condiciones de secano en un clima mediterráneo, donde la abundancia y distribución de las precipitaciones condicionan el crecimiento de las plantas arvenses

y el cultivo. La interacción entre la rotación y el tipo de laboreo también fue significativa. Esto indica que el efecto del sistema de laboreo utilizado es dependiente del cultivo en rotación. Dado el patrón encontrado, los análisis posteriores incluyeron el efecto de la rotación (se ajustaron modelos separados para el trigo y la veza).

Tabla 2. Resultados del modelo lineal de medidas repetidas que analiza el efecto del año, la rotación y el tipo de laboreo (L) sobre la biomasa de las arvenses

Fuente	Df	MS	F test	p-valor
Rotación	1	120206104.52	27.85	>0.0001
Año (Rotación)	4	14508380.40	3.36	0.0149
Tipo de laboreo	2	45009701.97	10.43	0.0001
R x L	2	18142127.94	4.20	0.0194
Residuo	62	4316567.39		

Cuando los análisis se realizaron de esta forma se observó que en todos los sistemas de laboreo la biomasa de las malas hierbas en la rotación de veza fue mayor que en la de trigo (Tabla 3).

Tabla 3. Valor medio y error estándar de la biomasa arvense (g/m^2) en los tres sistemas de laboreo y en las dos rotaciones estudiadas

	Veza	Trigo
Mínimo	40,77±50,47	18,55±61,21
Convencional	26,23±36,72	14,03±61,21
No laboreo	24,34±50,47	13,62±36,72

En la rotación de trigo no se encontraron diferencias entre los tres sistemas de laboreo (Tabla 4, valores del triángulo inferior). Por el contrario, en la rotación de veza (Tabla 4, valores del triángulo superior), se encontró una diferencia estadísticamente muy significativa entre el laboreo mínimo y los otros dos tipos de laboreo, mientras que no se hallaron diferencias entre los valores de biomasa arvense encontrados en el laboreo convencional y el no laboreo.

Tabla 4. Valores de p resultantes de la comparación de medias entre los tres sistemas de laboreo estudiados en la rotación de trigo (valores en el triángulo inferior) y la rotación de veza (valores en el triángulo superior)

	Mínimo	No laboreo	Convencional
Mínimo		0.0014	<0.0001
No laboreo	0.5956		0.0674
Convencional	0.2308	0.5012	

Nuestros resultados indican que el efecto del laboreo sobre la biomasa de plantas arvenses depende del cultivo en rotación y del tipo de manejo que en este se realiza. En el experimento analizado, el manejo de las arvenses durante el cultivo de cereal incluye la aplicación de un herbicida de postemergencia. Esto, junto con la mayor capacidad de competencia de los cereales en relación a las leguminosas, condiciona que en este cultivo la abundancia de malas hierbas sea mucho menor (cerca del 50% de la biomasa encontrada en el cultivo de veza), y la variación en la misma debida al efecto del laboreo sea muy reducida. Cuando el cultivo en rotación fue veza, observamos una mayor biomasa de arvenses en el mínimo laboreo que en los otros dos sistemas. Estas diferencias podrían explicarse en función de los condicionantes que cada tipo de laboreo representa para la germinación y crecimiento de las diferentes especies arvenses. En trabajos anteriores (Hernández-Plaza et al., 2015) hemos mostrado como los sistemas de laboreo condicionan la composición de las comunidades arvenses actuando sobre los caracteres funcionales de estas especies (caracteres respuesta). A su vez la composición de las comunidades arvenses y los atributos funcionales de las especies que las conforman pueden determinar la producción primaria de estas comunidades.

Podemos concluir que existe un efecto del tipo de laboreo sobre la biomasa de las malas hierbas en la rotación de veza pero no en la rotación de trigo.

4. AGRADECIMIENTOS

Al equipo de Malherbología de la finca El Encín. Este trabajo ha sido financiado por fondos FEDER y el plan Nacional de Investigación (I+D) del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (proyectos AGL2015-64130-R y AGL2012-39929-C03-01).

5. REFERENCIAS

- Dorado J & López-Fando C (2006). The effect of tillage system and use of a paraplow on weed flora in a semiarid soil from central Spain. *Weed Research* 46, 424-431.
- Hernández-Plaza E, Navarrete L and González-Andújar JL (2015). Intensity of soil disturbance shapes response trait diversity of weed communities: the long-term effects of different tillage systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 207, 101-108.
- R Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Shresta A, Knezevic SZ, Roy RC, Ball-Coelho BR and Swanton, C. J. (2002). Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil. *Weed Research*, 42, 76-87.
- Tuesca D, Puricelli E and Papa J (2001). A long-term study of weed flora shifts in different tillage systems. *Weed Research*, 41, 369-382.

Long-term effect of different tillage systems on weed biomass in a cereal-legume rotation

Summary: A field experiment, comprising the comparison of three tillage systems (conventional tillage, minimum tillage and no-tillage) in a winter wheat-legume rotation in rainfed conditions, has been conducted at El Encin experimental station (MIDRA, Alcalá de Henares, Madrid) since 1985. The objective was to evaluate the effect of tillage systems on weed biomass. Our results indicated that the effect of tillage depends on the crop rotation. We can conclude that there is an effect of the type of tillage on the weed biomass in rotation of vetch but not in the rotation of wheat.

Keywords: conventional tillage, conservation tillage, wheat, vetch.