

EFFECTO DEL SISTEMA DE LABOREO SOBRE LA DIVERSIDAD FUNCIONAL DE COMUNIDADES ARVENSES: ¿MERECE LA PENA HACER MEDICIONES LOCALES DE RASGOS FUNCIONALES?

**Alarcón R.^{1*}, Navarrete L.¹, Sánchez M.J.¹, Hernanz J.L.²,
Sánchez-Girón V.³, Hernández E.⁴, Sánchez A.⁵**

¹*Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), Finca El Encín, Apdo. 127, 28800 Alcalá de Henares (Madrid), España.*

²*Dpto. de Termodinámica y Motores, ETSI Montes, C. Universitaria s/n, 28040 Madrid, España.*

³*Dpto. de Ing. Rural, ETSI Agrónomos, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España.*

⁴*Instituto de Ag. Sostenible (CSIC) Finca Alameda del Obispo. 14080 Córdoba, España.*

⁵*Área de Biodiversidad y Conservación. Universidad Rey Juan Carlos, C/Tulipán s/n, 28933 Móstoles (Madrid).*

**remedios.alarcon@madrid.org*

Resumen: Este trabajo tiene un doble objetivo: i) testar el efecto de tres sistemas de laboreo (laboreo de subsuelo, laboreo mínimo y siembra directa) sobre la diversidad funcional de la comunidad de arvenses; ii) evaluar la necesidad de hacer mediciones locales de rasgos funcionales (área foliar específica (SLA), altura total de la planta y peso de las semillas) para analizar el efecto del tipo de manejo. Se han calculado tres índices de diversidad funcional con los valores de los rasgos obtenidos en la literatura y con los valores de la comunidad local. El efecto del tipo de laboreo sobre estos índices se ha analizado mediante modelos lineales. Los resultados muestran una influencia del origen de los datos a la hora de detectar el efecto del manejo sobre la diversidad funcional de las comunidades arvenses, siendo la siembra directa el sistema que presenta los índices de diversidad funcional más altos.

Palabras clave: Biodiversidad, sistemas de laboreo, caracteres funcionales locales *versus* bases de datos.

Summary: Effect of tillage system on the functional diversity of weed communities: Is it worth measuring local functional traits?

In this work we aim: i) to test the effect of three tillage systems (sub-soil tillage, minimum tillage and no-tillage) on the functional diversity of weed communities; and ii) to assess the need for local measurements of functional traits (specific leaf area (SLA), total height of the plant and seed weight) when assessing the effect of management on weed functional diversity. Three functional diversity indexes have been developed, based on local data and data from the literature. The effect of tillage system on the indexes has been analyzed with linear models. The results show that the origin of the data determines the effect of the soil management on the functional diversity of the weed communities, being no-tillage the system with highest functional diversity indexes.

Keywords: Biodiversity, tillage system, functional local traits *versus* database.

INTRODUCCIÓN

Las especies que componen la vegetación arvense se caracterizan por una elevada plasticidad fenotípica, derivada de su variabilidad genética que les confiere adaptabilidad a condiciones ambientales fluctuantes, como las encontradas en los agroecosistemas. Las fluctuaciones más importantes, que funcionan como filtros abióticos ejerciendo una presión selectiva sobre las comunidades arvenses, son las prácticas de manejo de los cultivos que pueden seleccionar fenotipos diferentes y por tanto, originar comunidades arvenses funcionalmente diferentes. Esto se debe tener en cuenta al planificar el manejo del cultivo de forma que la producción pueda mantenerse al tiempo que la diversidad de la vegetación arvense. En los últimos años se han generado un elevado número de estudios que relacionan la diversidad funcional con los distintos tipos de manejos agrícolas. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los trabajos existentes estiman la diversidad funcional a partir de información procedente de bases de datos, floras locales o herbarios, obviando el posible efecto de la elevada variabilidad fenotípica de las arvenses (Murphy & Lemerle, 2006). Este trabajo pretende comparar el efecto de tres sistemas de laboreo sobre la diversidad funcional de las comunidades arvenses, y comprobar si los resultados obtenidos son dependientes del origen de los datos funcionales utilizados (mediciones locales *vs.* datos procedentes de bases de datos).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el objetivo propuesto se contó con un experimento localizado en la Finca El Encín que consistía en una rotación

cereal-leguminosa, sometida a tres sistemas de laboreo: labor profunda con descompactador (DES), laboreo mínimo con chisel (LM) y siembra directa (SD) (Navarrete et al., 2013). Se dispuso de los datos de abundancia de la vegetación arvense en las 24 parcelas de este experimento, recogidos durante cuatro campañas, dos de leguminosas (años 2007 y 2009) y dos de cereales (años 2008 y 2010). La diversidad funcional de las comunidades arvenses se analizó considerando el área foliar específica (SLA), altura de las plantas y peso de la semilla, para cada una de las especies observadas en el experimento. Los valores locales para estos caracteres se registraron en individuos presentes en una zona de barbecho dentro de la misma finca donde se encuentra el experimento. Los valores de SLA y peso de semillas se tomaron según el manual estandarizado para caracteres funcionales de Pérez-Harguindeguy et al. (2013). La altura corresponde a la altura máxima en maduración. Los datos bibliográficos proceden de la base de datos LEDA (Kleyer et al., 2008) para SLA, de Flora Ibérica (Castroviejo, 1986-2012) para altura de planta y de la base de datos del Royal Botanic Gardens Kew (2015) para peso de semilla. La diversidad funcional de las comunidades se analizó a partir del valor medio ponderado para la comunidad (CWM) de cada uno de los caracteres y tres índices multidimensionales: equitatividad funcional (FEve), dispersión funcional (FDis) y entropía cuadrática (Rao). Los índices se han calculado mediante funciones de la biblioteca "FD" (Laliberté & Legendre, 2010) en el entorno de R (R Development Core Team, 2011) utilizando tanto los valores de los rasgos obtenidos de la literatura como los valores locales. El efecto del tipo de laboreo sobre cada uno de estos índices se analizó separadamente para cada cultivo (cereal o leguminosa), mediante modelos lineales donde el año de muestreo y el tipo de laboreo constituyeron factores fijos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró un total de 32 especies arvenses cuando el cultivo fue un cereal y de 27 cuando el cultivo fue una leguminosa. Las especies más abundantes fueron: *Chenopodium album*, *Descurainia sophia*, *Papaver rhoeas* y *Polygonum aviculare*. Los valores de los diferentes índices calculados dependieron del tipo de cultivo y del origen de los datos (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Datos medios \pm SD de CWM de los caracteres estudiados en leguminosas.

	Valores locales			Valores bases de datos		
	SLA (mm ² mg ⁻¹)	Altura (cm)	P semilla (mg)	SLA (mm ² mg ⁻¹)	Altura (cm)	P semilla (mg)
Leguminosa	21,32 \pm 2,06	63,12 \pm 5,07	2,02 \pm 0,98	24,48 \pm 1,85	47,07 \pm 5,09	1,40 \pm 0,75
Cereal	23,26 \pm 2,73	60,71 \pm 4,75	1,47 \pm 1,27	24,72 \pm 1,48	42,81 \pm 4,64	1,16 \pm 1,09

Tabla 2. Datos medios \pm SD de los caracteres multirasgo en cultivo de leguminosas: Equitatividad funcional (FEve); Dispersión funcional (FDis), Entropía cuadrática (Rao).

	Valores locales			Valores de bases de datos		
	FEve	FDis	Rao	FEve	FDis	Rao
Leguminosa	0,59 \pm 0,11	1,04 \pm 0,33	1,63 \pm 0,81	0,53 \pm 0,14	0,98 \pm 0,31	1,45 \pm 0,73
Cereales	0,58 \pm 0,14	1,07 \pm 0,21	1,43 \pm 0,53	0,53 \pm 0,15	0,84 \pm 0,30	1,07 \pm 0,67

Los valores de CWM SLA presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en leguminosas con datos locales (Tabla 3). El valor más alto se produjo en siembra directa siendo 23,99 mm²mg⁻¹. En el caso de CWM Altura se observaron diferencias significativas para el año y para la interacción año x sistema de laboreo, con datos regionales, tanto en cereales como en leguminosas (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del modelo lineal que analiza la relación entre los CWM y el sistema de laboreo y el año. Los valores de CWM se han calculado para tres caracteres funcionales (SLA, altura de la planta y peso de la semilla) a partir de datos locales y datos recogidos de la bibliografía. Se indican los valores del estadístico F y su significación: *p<0,05; **p<0,01; *p<0,001.**

	gl	Valores locales			Valores de bases de datos		
		SLA	Altura	Psemilla	SLA	Altura	Psemilla
<i>Cultivo leguminosas</i>							
Año	1	0,03	0,97	1,54	9,86**	14,42***	0,01
Sistema laboreo	2	4,44*	0,60	3,00	1,86	2,11	1,24
Año x Sist. laboreo	2	1,02	0,35	2,91	1,89	4,44*	0,25
Residuos	42						
<i>Cultivo de cereales</i>							
Año	1	2,68	0,02	0,22	9,41**	14,90***	0,01
Sistema laboreo	2	1,21	0,04	4,12*	0,98	2,02	4,64*
Año x Sist. laboreo	2	0,45	1,53	6,30**	1,21	4,63*	4,66*
Residuos	42						

FDis presentó diferencias significativas entre los sistemas de laboreo en el caso de datos locales (Tabla 4). FDis alcanzó un mayor valor en siembra directa tanto en cereales como en leguminosas. El valor de Rao tanto para cereales como para leguminosas presentó diferencias significativas entre los sistemas de laboreo cuando se utilizan datos locales y diferencias significativas en año y sistemas de laboreo cuando se utilizan datos regionales (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados del modelo lineal que analiza la relación entre los índices multifuncionales, el sistema de laboreo y el año. Los valores de estos índices se han calculado) a partir de datos locales y datos recogidos de la bibliografía. Se indican los valores del estadístico F y su significación: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

	gl	Valores locales			Valores de bases de datos		
		FEve	FDis	Rao	FEve	FDis	Rao
<i>Cultivo leguminosa</i>							
Año	1	0,29	5,30*	3,82	0,08	0,95***	7,98**
Sistema laboreo	2	2,4	4,30*	10,71***	2,34	0,4	7,48**
Año x Sist. laboreo	2	1,62	0,5	0,12	0,77	0,34	0,5
Residuos	42						
<i>Cultivo cereal</i>							
Año	1	0,00	1,78	1,63	9,86	11,96**	7,95**
Sistema laboreo	2	3,01	3,25*	6,78**	1,86	0,85	3,42*
Año x Sist. laboreo	2	0,05	0,27	1,2	1,89	0,31	1,84
Residuos	42						

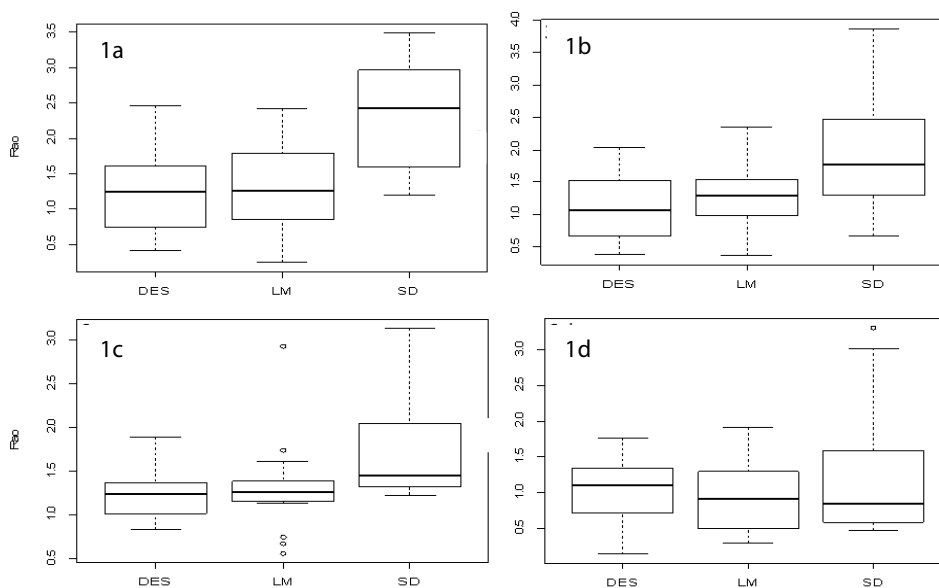


Figura 1. Distribución de valores de Rao. 1a) datos locales en leguminosas, 1b) bases de datos en leguminosa, 1c) datos locales en cereales, 1d) bases de datos cereales. Las líneas de abajo hacia arriba muestran los valores: mínimo, percentil 25%, mediana, percentil 75%, máximo. DES: descompactador, LM: laboreo mínimo, SD: siembra directa.

Rao en leguminosas presentó el valor más alto en siembra directa (Figura 1). En cambio en cereales aparecieron contradicciones entre los resultados obtenidos con datos locales y los obtenidos con datos regionales.

Estos resultados muestran que los valores de los índices estudiados presentan valores más elevados cuando se utilizan datos propios, salvo en el caso de CWMSLA. Por otro lado, se hace evidente el efecto del laboreo sobre la diversidad funcional, siendo la siembra directa el sistema de manejo del suelo que mostró los valores más altos en los índices estudiados. En cambio los sistemas de laboreo con diferente profundidad pero sin volteo del suelo no presentan diferencias entre ellos. También se refleja la necesidad de considerar la procedencia de los datos referidos a los rasgos funcionales, así como elegir rasgos e índices adecuados para evaluar el efecto del laboreo del suelo sobre la diversidad funcional de las comunidades de arvenses.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Economía y Competitividad y al IMIDRA por la financiación y ayuda prestada para el desarrollo del proyecto de investigación AGL2012-39929-C03-01. También a los técnicos Andrés Bermejo y Noelia Rodríguez por su inestimable ayuda en el mantenimiento y desarrollo de estos ensayos.

BIBLIOGRAFÍA

- CASTROVIEJO S (Coord. gen.). (1986-2012) *Flora ibérica* 1-8, 10-15, 18-18. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- KLEYER M et al. (2008) *The LEDA Traitbase: A database of life-history traits of Northwest European flora. Journal of Ecology* 96, 1266-1274.
- LA LIBERTÉ E & LEGENDRE P (2010) A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. *Ecology* 91, 299-305.
- MURPHY CE & LEMERLE D (2006) Continuous cropping systems and weed selection. *Euphytica* 148, 61-73.
- NAVARRETE L, SÁNCHEZ DEL ARCO MJ, ALARCÓN R et al. (2013) Respuesta de los cultivos y la vegetación arvense en agricultura de conservación. *Vida Rural* 365, 34-40.

XV Congreso de la Sociedad Española de Malherbología. Sevilla 2015

PÉREZ-HARGUINDEGUY N, DÍAZ S, GARNIER E et al. (2013) New handbook for standardized measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 61, 167-234.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2011) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>

ROYAL BOTANIC GARDENS KEW (2015) Seed Information Database (SID). Version 7.1. Available from: <http://data.kew.org/sid/> (25 mayo 2015).