

Efecto de las prácticas agrícolas y del paisaje sobre la flora segetal de los secanos mediterráneos. Implicaciones para la conservación

R. Rotchés-Ribalta^{1,*}

(1) Departamento de Biología Vegetal, Unidad de Botánica, e IRBio, Universidad de Barcelona, Av. Diagonal 643, 08028 Barcelona, España.

* Autor de correspondencia: R. Rotchés-Ribalta [roser.rotches@ub.edu]

> Recibido el 14 de octubre de 2015 - Aceptado el 05 de noviembre de 2015

Rotchés-Ribalta, R. 2015. Efecto de las prácticas agrícolas y del paisaje sobre la flora segetal de los secanos mediterráneos. Implicaciones para la conservación. *Ecosistemas* 24(3): 98-102. Doi.: 10.7818/ECOS.2015.24-3.13.

Introducción

El desarrollo y la expansión de la agricultura conllevaron la selección de una flora asociada a los cultivos: las especies arvenses. Estas especies han sido consideradas un factor limitante para la producción agrícola, de modo que el control de sus poblaciones ha sido, y es actualmente, uno de los objetivos principales de las estrategias de la gestión agrícola.

No obstante, la mayoría de las especies arvenses raramente provoca grandes pérdidas de producción y, en cambio, contribuye considerablemente a la biodiversidad de los hábitats agrícolas (Albrecht 2003). La flora segetal, que es específica de los cultivos cerealistas de secano, ha sufrido un empobrecimiento muy acusado a causa de la intensificación de la gestión agrícola de las últimas décadas, hasta el punto de que algunas de estas especies son actualmente muy poco frecuentes o incluso extintas regionalmente (Chamorro et al. 2007). Lamentablemente, en la región mediterránea la rareza de estas especies ha atraído comparativamente poco la atención de investigadores y conservacionistas.

Por este motivo, se consideró interesante profundizar en el conocimiento del estado de conservación de las especies arvenses características de los campos de cereales de secano (comunidades del orden fitosociológico *Secalietalia cerealis* Br.-Bl., 1936) y de los efectos que pueden haber tenido determinadas prácticas de gestión agrícola sobre estas especies que son actualmente poco frecuentes. Con este fin, esta tesis se ha estructurado en torno a dos ejes principales: 1) el análisis de la frecuencia de las especies segetales y especialmente de aquellas que actualmente son raras en Cataluña en relación con la gestión de los cultivos cerealistas y 2) la evaluación de los efectos que tienen distintas prácticas agrícolas sobre la eficacia biológica de algunas de estas especies.

Estas dos líneas de investigación se complementan. La primera línea, de carácter observacional, ha permitido evaluar la distribución de la diversidad de especies segetales en los bordes de los campos cerealistas de gestión ecológica de la Depresión Central Catalana en relación con las prácticas agrícolas y con las características del paisaje a diferentes niveles (dentro del campo, a nivel de campo y a nivel de finca). La otra línea de investigación, de carácter experi-

mental, reúne dos estudios bajo condiciones controladas que han permitido evaluar hasta qué punto el grado de rareza de determinadas especies segetales de diferentes familias se relaciona con los efectos de la aplicación de herbicidas y de la fertilización junto a la competencia con cereal sobre su crecimiento y su capacidad reproductiva.

Resultados y discusión

Efecto de la gestión y del paisaje sobre las especies segetales

La riqueza de las especies segetales y de las raras correlaciona más fuertemente con los factores que actúan a escala de campo que con los factores que actúan por igual en toda la finca. La gestión ecológica sostenida comporta un aumento de la diversidad de especies segetales (Tabla 1). No obstante, la intensidad de las prácticas agrícolas en los campos de gestión ecológica es muy variable. Por este motivo, las estrategias para preservar las especies segetales deben considerar prácticas específicas, tales como la siembra de cereal, especialmente en otoño, después de una labor previa a la siembra sin inversión de las capas del suelo (Tabla 1), aspectos que habían sido señalados en estudios precedentes de otras regiones (Critchley et al. 2006; Kolářová et al. 2013). Así mismo, convendría racionalizar la fertilización para facilitar la persistencia de las especies segetales (Rotchés-Ribalta et al. 2015a, 2015b).

Algunos procesos de reestructuración del paisaje agrícola afectan significativamente la flora segetal. Los campos de mayor área, seguramente originados a partir de la amalgamación de campos más pequeños, presentan una flora más rica (Tabla 1) así como una mayor probabilidad de presencia de especies segetales raras (datos no mostrados) ya que la unión de campos incrementa el conjunto total de especies (Marshall 2009). Sin embargo, las especies segetales presentes en una zona determinada del campo depende, en gran medida, de los factores estocásticos y de los factores históricos que han caracterizado los campos y las localidades (Rotchés-Ribalta et al. 2015b). Estos factores aleatorios, no controlados en la selección de la muestra, tienen un peso más importante sobre la presencia de estas especies que las variables de gestión y de paisaje consideradas.

Tabla 1. Efecto de las variables de gestión y paisaje a nivel de campo, en términos de estimación promedio de los modelos \pm error estándar incondicional (UnSE), sobre la riqueza de especies segetales y del subconjunto de especies segetales consideradas raras. Los asteriscos indican el efecto para el cual los intervalos de confianza no incluyen el cero. Consultar detalles en [Rotchés-Ribalta et al. 2015a](#)

	Especies segetales			Especies segetales raras		
	Estimación \pm unSE			Estimación \pm unSE		
Años desde la conversión a agricultura ecológica	0.078	\pm	0.027 *	0.012	\pm	0.012
Proporción de cereales en la rotación de 5 años	0.272	\pm	0.099 *	0.155	\pm	0.056 *
Laboreo del suelo						
Laboreo de inversión (vs. No laboreo o laboreo sin inversión de las capas del suelo)	-0.038	\pm	0.034	-0.009	\pm	0.028
Cultivo						
Policultivo (vs. Cereal)	0.004	\pm	0.078	0.032	\pm	0.050
Leguminosa (vs. Cereal)	-0.161	\pm	0.119	-0.056	\pm	0.075
Raigrás (vs. Cereal)	-0.548	\pm	0.110 *	-0.271	\pm	0.074 *
Origen de la semilla del cultivo						
Reutilización (vs. Compra)	-0.085	\pm	0.031 *	-0.070	\pm	0.028 *
Momento de siembra						
Primavera (vs. Otoño)	-0.187	\pm	0.069 *	-0.052	\pm	0.026 *
Densidad de siembra (kg ha ⁻¹)	0.068	\pm	0.025 *	0.026	\pm	0.011 *
Tipo de fertilización						
Fertilización (vs. No fertilización)	-0.031	\pm	0.011 *	-0.017	\pm	0.006 *
Purín (vs. Estiércol)	-0.151	\pm	0.029 *	-0.097	\pm	0.014 *
Cantidad de N incorporado (kg ha ⁻¹)	-0.001	\pm	0.006	-0.019	\pm	0.010
Recubrimiento promedio del cultivo (%)	0.056	\pm	0.020 *	0.099	\pm	0.028 *
Cantidad de N \times Recubrimiento del cultivo	-0.043	\pm	0.015 *	-0.056	\pm	0.021 *
Control de malezas						
Control (vs. No control)	0.026	\pm	0.009 *	0.002	\pm	0.004
Arado (control pre-siembra) (vs. Rastrillo (post-siembra))	0.110	\pm	0.024 *	0.043	\pm	0.010 *
Pastoreo						
Pastoreo (vs. No pastoreo)	-0.138	\pm	0.050 *	-0.068	\pm	0.026 *
Porcentaje de tierra cultivable	-0.039	\pm	0.016 *	0.025	\pm	0.013 *
Área del campo (m ²)	0.046	\pm	0.017 *	0.065	\pm	0.023 *
Forma del campo (perímetro/área)	-0.034	\pm	0.013 *	-0.014	\pm	0.009

Respuesta de las especies segetales a la aplicación de herbicidas y a la fertilización

La presión continua de la aplicación de herbicidas y las elevadas aportaciones de fertilizantes, sobre todo de origen mineral, en los sistemas agrícolas de gestión convencional han afectado negativamente las poblaciones de especies segetales. La aplicación de herbicidas había sido considerada una de las causas principales de la disminución de diversidad de especies arvenses ([José-María et al. 2011](#)). Con este estudio hemos puesto de manifiesto que, efectivamente, la aplicación de herbicidas limita el crecimiento ([Fig. 1](#)) y, sobretudo, la reproducción de estas especies, pero que los efectos dependen de la dosis de aplicación y del tipo de herbicida aplicado, como apunta [Carpenter y Boutin \(2010\)](#).

Las aportaciones elevadas de fertilizantes minerales no representan un aspecto limitante para el crecimiento de las especies segetales cuando crecen solas, pero en cambio el crecimiento disminuye considerablemente cuando crecen en competencia con el cereal ([Tabla 2](#)). Estos efectos se deben a que el cereal es más eficiente captando y utilizando los nutrientes, por lo que desplaza competitivamente las especies segetales, competidoras más pobres ([Rotchés-Ribalta et al. 2015d](#)). Contrariamente, la fertilización

orgánica reduce los efectos negativos del cultivo sobre las especies segetales ya que libera los nutrientes más lentamente; aunque por este mismo motivo también limita seriamente el crecimiento de estas especies.

Sin embargo, de la comparación de los efectos sobre especies segetales raras y comunes, se desprende que las bajas frecuencias actuales de algunas de las especies segetales no correlacionan con los efectos que estas prácticas tienen sobre ellas ([Rotchés-Ribalta et al. 2015c, 2015d](#)). Esto indica que la rareza, al menos de estas especies, parece ser consecuencia de distintos factores o de la interacción entre ellos y siempre con una incidencia que varía de una especie a otra.

A pesar de que es no es fácil atribuir el delicado estado de conservación de las especies segetales más raras a un único factor, parece que responden positivamente a aquellas prácticas que favorecen la diversidad de especies segetales en general. Por este motivo conviene, en la medida de lo posible, implementar aquellas prácticas menos perjudiciales para la diversidad de la flora segetal para promover su conservación, pero focalizándolas en aquellas zonas en las que las especies segetales, y especialmente las raras, todavía están presentes.

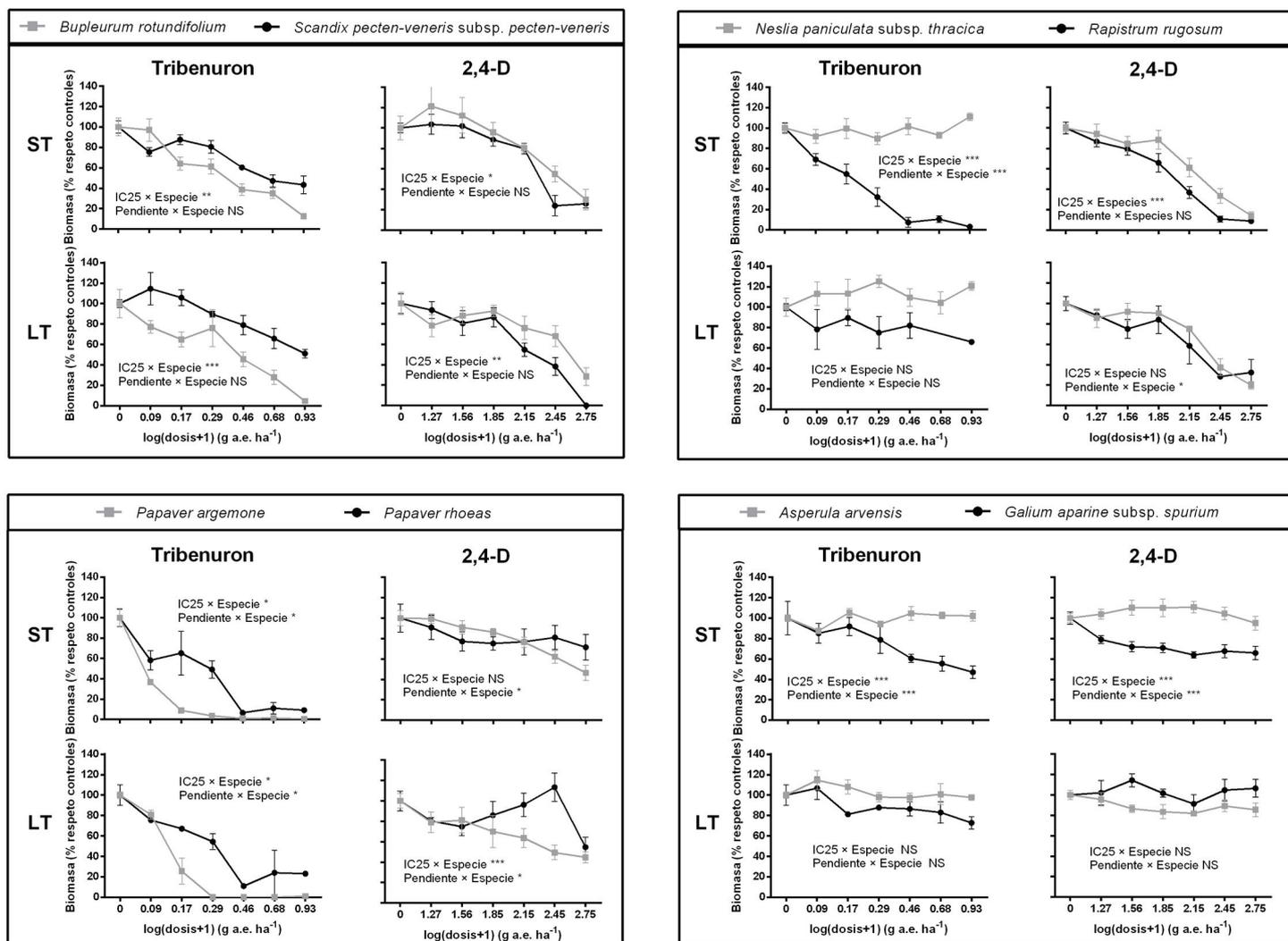


Figura 1. Gráficos dosis-respuesta de las especies segetales testadas con tribenuron y 2,4-D, agrupados según las familias a las que pertenecen. Las especies consideradas raras de cada familia se representan en gris claro y las comunes en negro. Las curvas representan el porcentaje promedio de biomasa de las plantas sometidas a las distintas dosis de los herbicidas en comparación con las plantas no tratadas (controles). Por cada par de especies, los gráficos de la parte de arriba representan la biomasa a corto plazo (ST, 28 días después de la aplicación de herbicidas) y los de debajo representan la biomasa a largo plazo (LT, 48 ó 55 días después de la aplicación). Las interacciones entre las especies (comparando la rara y la común) y la concentración de inhibición de herbicida que provoca una reducción de un 25 % de biomasa (IC25) y la pendiente del gráfico dosis-respuesta se utilizan para determinar las diferencias entre las especies apareadas. La significación de estas interacciones se indican como * cuando el p -valor < 0.05 ; ** < 0.01 ; *** < 0.001 y 'NS' cuando no se detectaron diferencias significativas. Consultar detalles en [Rotchés-Ribalta et al. 2015c](#).

Tabla 2. Biomasa promedio (\pm SE) de las especies vegetales raras (R) y comunes (C) de cada familia en función de los distintos tratamientos: crecer en competencia o no de cereal bajo una fertilización mineral u orgánica a dosis altas o bajas. Consultar detalles en [Rotchés-Ribalta et al. 2015d](#).

		Apiaceae							
		<i>Bifora testiculata</i> (R)				<i>Scandix pecten-veneris subsp. pecten-veneris</i> (C)			
		Con trigo		Sin trigo		Con trigo		Sin trigo	
Mineral	Alta	0.460	\pm 0.103	3.425	\pm 0.643	2.204	\pm 0.952	25.539	\pm 9.738
	Baja	0.174	\pm 0.057	0.814	\pm 0.281	0.497	\pm 0.125	9.745	\pm 4.261
Orgánica	Alta	0.135	\pm 0.036	0.418	\pm 0.134	0.572	\pm 0.115	8.630	\pm 5.207
	Baja	0.260	\pm 0.200	0.568	\pm 0.135	1.771	\pm 1.421	1.154	\pm 0.282
		Brassicaceae							
		<i>Neslia paniculata subsp. thracica</i> (R)				<i>Rapistrum rugosum</i> (C)			
		Con trigo		Sin trigo		Con trigo		Sin trigo	
Mineral	Alta	1.199	\pm 0.285	8.190	\pm 1.645	51.753	\pm 7.344	113.935	\pm 37.797
	Baja	0.444	\pm 0.167	2.536	\pm 0.280	12.733	\pm 46.881	138.014	\pm 55.629
Orgánica	Alta	0.731	\pm 0.160	2.169	\pm 0.586	1.301	\pm 0.997	46.065	\pm 19.787
	Baja	0.422	\pm 0.176	0.984	\pm 0.182	1.935	\pm 1.525	8.433	\pm 6.141
		Papaveraceae							
		<i>Papaver argemone</i> (R)				<i>Papaver rhoeas</i> (C)			
		Con trigo		Sin trigo		Con trigo		Sin trigo	
Mineral	Alta	0.145	\pm 0.042	4.862	\pm 0.891	0.049	\pm 0.021	7.955	\pm 2.132
	Baja	0.079	\pm 0.030	0.828	\pm 0.232	0.037	\pm 0.022	9.227	\pm 4.458
Orgánica	Alta	0.078	\pm 0.037	1.825	\pm 1.019	0.075	\pm 0.024	2.722	\pm 1.369
	Baja	0.063	\pm 0.216	0.869	\pm 0.496	0.043	\pm 0.022	0.299	\pm 0.059
		Rubiaceae							
		<i>Asperula arvensis</i> (R)				<i>Galium aparine subsp. spurium</i> (R)			
		Con trigo		Sin trigo		Con trigo		Sin trigo	
Mineral	Alta	0.526	\pm 0.206	11.678	\pm 3.212	0.229	\pm 0.095	8.706	\pm 2.285
	Baja	0.242	\pm 0.085	2.690	\pm 1.039	0.193	\pm 0.083	2.875	\pm 0.879
Orgánica	Alta	0.314	\pm 0.064	1.508	\pm 0.337	0.093	\pm 0.015	0.789	\pm 0.327
	Baja	0.136	\pm 0.041	0.479	\pm 0.258	0.140	\pm 0.040	0.666	\pm 0.264

Agradecimientos

Esta tesis ha sido realizada en el Departamento de Biología Vegetal de la Universidad de Barcelona, bajo la dirección de F. Xavier Sans y J.M. Blanco-Moreno y con la financiación de una beca FPI del Ministerio de Ciencia e Innovación y del Ministerio de Economía y Competitividad a R. Rotchés-Ribalta y de los proyectos CGL2009-13497-C02-01 y CGL2012-39442.

Referencias

- Albrecht, H. 2003. Suitability of arable weeds as indicator organisms to evaluate species conservation effects of management in agricultural ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 201–211.
- Carpenter, D., Boutin, C. 2010. Sublethal effects of the herbicide glufosinate ammonium on crops and wild plants: short-term effects compared to vegetative recovery and plant reproduction. *Ecotoxicology* 19: 1322–1336.
- Chamorro, L., Romero, A., Masalles, R.M., Sans, F.X. 2007. Cambios en la diversidad de las comunidades arvenses en los cereales de secano en Cataluña. In Mansilla, J., Artigao, A., Monreal, J. (eds.), *La malherbología en los nuevos sistemas de producción agraria. XI Congreso de la SEMh*, pp. 51–55. XI. Albacete (Spain).
- Critchley, C.N.R., Fowbert, J.A., Sherwood, A.J. 2006. The effects of annual cultivation on plant community composition of uncropped arable field boundary strips. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113: 196–205.
- José-María, L., Blanco-Moreno, J.M., Armengot, L., Sans, F.X. 2011. How does agricultural intensification modulate changes in plant community composition? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 145: 77–84.
- Kolářová, M., Tyšer, L., Soukup, J. 2013. Impact of site conditions and farming practices on the occurrence of rare and endangered weeds on arable land in the Czech Republic. *Weed Research* 53: 489–498.
- Marshall, E.J.P. 2009. The impact of landscape structure and sown grass margin strips on weed assemblages in arable crops and their boundaries. *Weed Research* 49: 107–115.
- Rotchés-Ribalta, R., Blanco-Moreno, J.M., Armengot, L., Chamorro, L., Sans, F.X. 2015a. Both farming practices and landscape characteristics determine the diversity of characteristic and rare arable weeds in organically managed fields. *Applied Vegetation Science* 18: 423–431.
- Rotchés-Ribalta, R., Blanco-Moreno, J.M., Armengot, L., José-María, L., Sans, F.X. 2015b. Which conditions determine the presence of rare weeds in arable fields? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 203: 55–61.
- Rotchés-Ribalta, R., Boutin, C., Blanco-Moreno, J.M., Carpenter, D., Sans, F.X. 2015c. Herbicide impact on the growth and reproduction of characteristic and rare arable weeds of winter cereal fields. *Ecotoxicology* 24: 991–1003.
- Rotchés-Ribalta, R., Blanco-Moreno, J.M., Armengot, L., Sans, F.X. 2015d. Responses of rare and common segetal species to wheat competition and fertilizer type and dose. *Weed Research* doi: 10.1111/wre.12191

ROSER ROTCHÉS-RIBALTA

Efecto de las prácticas agrícolas y del paisaje sobre la flora segetal de los secanos mediterráneos. Implicaciones para la conservación.

Tesis Doctoral

Departamento de Biología Vegetal, Universidad de Barcelona

Julio 2015

Directores: F. Xavier Sans y J.M. Blanco-Moreno

Publicaciones resultantes de la tesis

- Rotchés-Ribalta, R., Blanco-Moreno, J.M., Armengot, L., Chamorro, L., Sans, F.X. 2015. Both farming practices and landscape characteristics determine the diversity of characteristic and rare arable weeds in organically managed fields. *Applied Vegetation Science* 18:423-431.
- Rotchés-Ribalta, R., Blanco-Moreno, J.M., Armengot, L., José-María, L., Sans, F.X. 2015. Which conditions determine the presence of rare weeds in arable fields? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 203:55-61.
- Rotchés-Ribalta, R., Boutin, C., Blanco-Moreno, J.M., Carpenter, D., Sans, F.X. 2015. Herbicide impact on the growth and reproduction of characteristic and rare arable weeds of winter cereal fields. *Ecotoxicology* 24: 991-1003.
- Rotchés-Ribalta, R., Blanco-Moreno, J.M., Armengot, L., Sans, F.X. 2015. Responses of rare and common segetal species to wheat competition and fertilizer type and dose. *Weed Research* doi: 10.1111/wre.12191