

Residuos de raíces de *Vicia faba* L. para el control de malas hierbas

ÁLVAREZ-IGLESIAS L^{1,3}, SANTIAGO R^{2,3}, REVILLA P^{1,3}, PEDROL N^{2,3}

¹ Grupo de Genética y Mejora de Maíz, Misión Biológica de Galicia (CSIC), Pontevedra, ESPAÑA.

lavarez@mbg.csic.es, previlla@mbg.csic.es

² Departamento de Biología Vexetal e Ciencia do Solo, Universidade de Vigo, Vigo, ESPAÑA.

rsantiago@uvigo.es, pedrol@uvigo.es

³ Unidad Asociada “Agrobiología Ambiental, Calidad de Suelos y Plantas”

Resumen: Estudios previos han demostrado el efecto negativo de la biomasa aérea de la leguminosa *Vicia faba* sobre las malas hierbas. Pero si esta biomasa es cosechada, solo las raíces permanecerán en el suelo, donde se descompondrán pudiendo liberar compuestos con efectos fitotóxicos sobre las malas hierbas. Para investigar esta posibilidad se llevaron a cabo ensayos en dos localidades de campo y en condiciones de invernadero. En los ensayos de campo, los residuos de raíces de *V. faba* provocaron reducciones en la densidad y la biomasa total de malas hierbas, afectando tanto a las monocotiledóneas como a las dicotiledóneas. En los ensayos de invernadero se evaluó el efecto a corto plazo de los residuos de raíces de *V. faba* sobre maíz y algunas de sus malas hierbas más relevantes. Los restos radiculares de *V. faba* afectaron negativamente a la germinación y el crecimiento temprano de las malas hierbas sin afectar al maíz. Los resultados de ambos ensayos ponen de manifiesto, por primera vez, la contribución de los residuos de raíces de *V. faba* al control de malas hierbas asociadas al cultivo de maíz.

Palabras clave: *Vicia faba* L., raíces, fitotoxicidad, manejo de malas hierbas.

1. Introducción

La leguminosa *Vicia faba* L. (haba de mayo, haboncillo), un cultivo de invierno tradicional en zonas templadas, resulta idóneo para ser incorporado al suelo como abono verde en un programa de rotaciones gracias a su elevado aporte de N y a su rápida tasa de descomposición. Sumado a estas ventajas, nuestros estudios previos realizados en laboratorio, invernadero y campo demostraron que la biomasa aérea en floración de *V. faba*, utilizada como abono verde, posee efectos inhibitorios sobre las malas hierbas más problemáticas asociadas al cultivo de maíz en climas templados (Álvarez-Iglesias *et al.*, 2014, 2015, 2018). Pero si la biomasa aérea de *V. faba* se cosecha para otros fines solamente las raíces permanecerán en el suelo. Las raíces también pueden constituir una fuente de compuestos fitotóxicos que se liberen durante su descomposición, pudiendo

participar en el control de malas hierbas (Bertin *et al.*, 2003). Este estudio tiene como objetivo explorar, por primera vez, los efectos de los residuos de raíces de *V. faba* sobre malas hierbas asociadas al cultivo de maíz mediante ensayos en campo e invernadero.

2. Material y Métodos

Para valorar el posible efecto herbicida de las raíces de *V. faba*, se llevó a cabo un experimento en campo seguido de otro en condiciones de invernadero.

El ensayo de campo se llevó a cabo en dos localidades del noroeste de España. La localidad 1 (Pontevedra), costera, se caracteriza por un clima típico templado-húmedo, mientras que la localidad 2 (Ermille), de interior, presenta un clima cálido y subhúmedo. Ambas presentaban un elevado nivel de infestación de malas hierbas, con densidades medias de 2259 y 1506 plántulas m⁻² en las localidades 1 y 2, respectivamente. En cada una de ellas se estableció una parcela de 200 m² que se dividió en ocho subparcelas de 3.5 m x 7.0 m. En cuatro de las subparcelas se cultivó *V. faba* cv. Prothabat 69 durante el otoño y la otra mitad se dejó en barbecho. En primavera la biomasa aérea en floración fue cosechada, permaneciendo las raíces en el suelo, y todas las subparcelas se laborearon con grada de discos. Se realizaron dos muestreos para evaluar el efecto de los residuos de raíces sobre las malas hierbas presentes en las parcelas. El primer muestreo se llevó a cabo en la segunda mitad de mayo y el segundo en la primera mitad de julio, coincidiendo, según las prácticas agronómicas típicas para el cultivo de maíz en esta zona, con el momento inmediatamente posterior a la siembra (emergencia) y con la época de establecimiento del cultivo, respectivamente. Para los muestreos se utilizaron cuatro marcos de 25 cm x 25 cm en cada subparcela distribuidos de forma aleatoria. Las plántulas de malas hierbas incluidas en cada marco de muestreo se cortaron, se clasificaron por especies, y se obtuvo la biomasa de cada una de las especies. En el primer muestreo, además, se contó el número de plántulas de cada especie. Con estos datos se determinó la contribución de especies monocotiledóneas/dicotiledóneas a la biomasa total de malas hierbas y, para el primer muestreo, la densidad de malas hierbas (número de plántulas por unidad de área).

El objetivo del ensayo de invernadero fue evaluar la duración y magnitud de los posibles efectos fitotóxicos de los residuos de raíces de *V. faba* sobre la germinación y el crecimiento temprano de maíz (*Zea mays* L.) y algunas de sus malas hierbas más problemáticas: la dicotiledónea *Amaranthus retroflexus* L. (amaranto) y las monocotiledóneas *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (cola de caballo) y *Digitaria sanguinalis* L. (digitaria). El material vegetal para este ensayo se obtuvo de plantas de *V. faba* cv. Prothabat 69 cultivadas en invernadero. Cuando las plantas florecieron, se recuperaron las raíces del sustrato, se dejaron secar en oscuridad a temperatura ambiente, y se cortaron en fragmentos de 2 cm simulando el efecto de un laboreo de conservación. Para el ensayo se utilizaron macetas con sustrato suplementado según la dosis recomendada para cultivo de maíz. No se añadió nada más a las macetas control. En las macetas con raíces, éstas se incorporaron a una dosis de 1415 kg ha⁻¹, calculada

en base a estimaciones de biomasa radicular producida por plantas de *V. faba* a la densidad de siembra más frecuente en la zona. El efecto de los residuos de raíces se evaluó siguiendo una progresión temporal geométrica: todas las macetas utilizadas en el ensayo se prepararon al mismo tiempo, pero a los 0, 2, 4, 8, 16 y 32 días se sembraron tres macetas con 15 semillas de maíz, 25 de *A. retroflexus*, y 12 de *E. crus-galli* y de *D. sanguinalis*. Para cada tiempo de siembra, tras 10 días se obtuvo el número de plántulas y la biomasa total de cada especie.

En ambos ensayos se utilizó un diseño completamente aleatorizado. En el ensayo de invernadero, los datos de cada parámetro y tiempo de siembra se expresaron en porcentaje con respecto a su respectivo control. Todos los ensayos se analizaron empleando la prueba *t* de Student para muestras independientes.

3. Resultados y Discusión

Los resultados de los ensayos de campo, para ambas localidades y muestreos, se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Efecto de los residuos de raíces de *V. faba* sobre la densidad (plantas m⁻²) y biomasa (kg ha⁻¹) de malas hierbas en dos localidades y dos fechas de muestreo.

Localidad 1	Emergencia			Establecimiento		
	Control	Raíces	Dif. (%)	Control	Raíces	Dif. (%)
Densidad total	2258.7	1645.3	- 27.2			
Biomasa total	643.6	345.4	- 46.3 ***	7046.0	5193.6	- 26.3
Biomasa monocotiledóneas	608.8	311.3	- 48.9 **	6819.2	5061.2	- 25.8
Biomasa dicotiledóneas	34.8	34.1	- 1.8	226.8	132.4	- 41.6 **
Localidad 2	Emergencia			Establecimiento		
	Control	Raíces	Dif. (%)	Control	Raíces	Dif. (%)
Densidad total	1505.8	564.0	- 54.2			
Biomasa total	253.0	39.7	- 79.8 **	10856.6	5560.1	- 48.8 **
Biomasa monocotiledóneas	58.4	13.8	- 76.4 *	2614.0	1760.3	- 32.7
Biomasa dicotiledóneas	194.5	25.9	- 86.7 **	8242.6	3799.7	- 53.9 **

A pesar del elevado nivel de infestación inicial, en las parcelas con presencia de raíces de *V. faba* se observaron reducciones en todos los parámetros evaluados. La magnitud de estas reducciones fue mayor para el primer muestreo (periodo de emergencia de malas hierbas). Esto indicaría que los efectos negativos sobre las malas hierbas son más importantes a corto plazo, aunque se mantienen en el segundo muestreo.

La figura 1 muestra los efectos de residuos de raíces de *V. faba* sobre las malas hierbas en invernadero, a distintos tiempos tras la incorporación de las raíces.

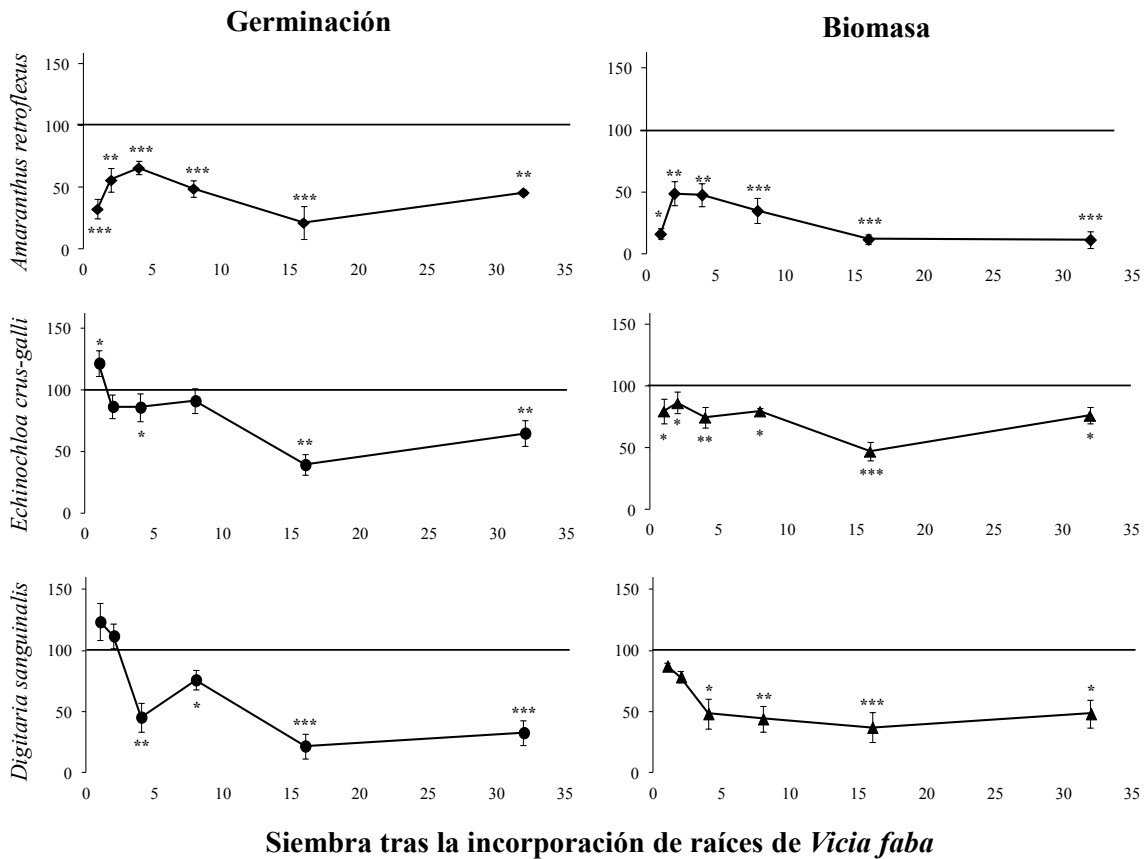


Figura 1. Efecto temporal de residuos de raíces de *V. faba* sobre la germinación y el crecimiento temprano (biomasa aérea) de tres especies de malas hierbas a los 10 días tras su siembra en invernadero. Datos en porcentaje con respecto al control (línea horizontal). Para cada parámetro y tiempo, los asteriscos representan diferencias con respecto al control: *, $P \leq 0.05$; **, $P \leq 0.01$; ***, $P \leq 0.001$.

Se observó una reducción en la biomasa de todas las especies a lo largo de todo el experimento, que para las monocotiledóneas fue mayor hacia los tiempos finales. El efecto inhibitorio sobre la germinación también fue sostenido, salvo para los momentos inmediatamente posteriores a la incorporación de las raíces en las monocotiledóneas. Los efectos negativos fueron de mayor magnitud en el caso de *A. retroflexus*. No se observó ningún efecto significativo sobre maíz, lo que descarta efectos fitotóxicos no deseables de los compuestos liberados sobre el cultivo (datos no mostrados).

En el ensayo de campo, al estudiar las relaciones monocotiledóneas / dicotiledóneas, en la localidad 1 las monocotiledóneas se vieron favorecidas en las parcelas con raíces de *V. faba*, mientras que no se observaron cambios en la localidad 2. No obstante, la localidad 1 ya mostraba una mayor abundancia de monocotiledóneas al inicio del

experimento debido a un elevado nivel de infestación por *Cyperus rotundus*. Esta aparente tendencia hacia un aumento de las monocotiledóneas es consistente con los mayores efectos negativos observados sobre *A. retroflexus* en invernadero, lo que sugiere una mayor sensibilidad de las dicotiledóneas a los efectos de los residuos de raíces de *V. faba* aunque a corto plazo no se observaran cambios evidentes en la composición de las comunidades de malas hierbas. Aun así, sería importante determinar si la presencia de residuos de raíces de *V. faba* puede causar cambios significativos mediante ensayos a largo plazo, ya que mantener la diversidad de la comunidad de malas hierbas tiene una gran importancia para el diseño y aplicación de estrategias de manejo sostenible (Bàrberi, 2002).

En nuestros ensayos previos la biomasa aérea de *V. faba* estimulaba la producción de biomasa en maíz pero también en las malas hierbas cuya emergencia no era controlada, lo que fue atribuido a su elevado contenido en N. Sin embargo en estos ensayos no se observan efectos estimulatorios, lo que sugiere que las raíces no aportaron N a los cultivos o malas hierbas subsiguientes en cantidades significativas. Los efectos negativos sobre las malas hierbas podrían atribuirse a fenómenos alelopáticos mediados por compuestos liberados por las raíces en descomposición. Demostrar esta hipótesis requiere identificar los compuestos implicados, así como su movimiento desde las raíces hasta las malas hierbas. En una primera aproximación hemos estudiado tres compuestos con actividad biológica presentes en raíces de *V. faba*: los glucósidos vicina y convicina, y el aminoácido L-DOPA. Su concentración fue analizada por HPLC en raíces recuperadas de las macetas del ensayo de invernadero. La presencia de estos compuestos solo pudo ser parcialmente relacionada con los efectos temporales sobre las malas hierbas; sin embargo, el análisis cromatográfico reveló la presencia de varios compuestos, posiblemente derivados de los anteriores, cuya concentración guarda mayor relación con los efectos fitotóxicos. Esta es por tanto una línea que podría explorarse en busca de los compuestos responsables de los efectos observados.

4. Conclusiones

En los experimentos de invernadero y campo realizados, la presencia de raíces en descomposición de *V. faba* fue capaz de reducir la densidad y la biomasa total de malas hierbas, afectando tanto a las monocotiledóneas como a las dicotiledóneas. Los efectos negativos son más intensos poco después del inicio de la descomposición de las raíces de *V. faba*, lo que coincide con el llamado “período crítico para el control de malas hierbas” durante el cual éstas deben ser controladas de forma efectiva para evitar pérdidas significativas en el rendimiento de los cultivos. Estos resultados, junto con los obtenidos previamente para la biomasa aérea, avalarían la inclusión de *V. faba* en rotaciones con maíz como cultivo subsiguiente como parte de un programa de manejo de malas hierbas.

5. Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento al personal técnico y de finca de la MBG, cuya ayuda fue imprescindible en el mantenimiento y los muestreos de los ensayos de campo.

Referencias

ÁLVAREZ-IGLESIAS L, PUIG CG, GARABATOS A, REIGOSA MJ & PEDROL N (2014) *Vicia faba* aqueous extracts can suppress weeds and enhance crops. *Allelopathy Journal* **34**, 299-314.

ÁLVAREZ-IGLESIAS L (2015) *Vicia faba* L. for weed control: from biochemical evidences to field application. PhD thesis, Universidad de Vigo, Vigo, España.

ÁLVAREZ-IGLESIAS L, PUIG CG, REVILLA P, REIGOSA MJ & PEDROL N (2018) Faba bean as green manure for field weed control in maize. *Weed Research* **58**, 437-449.

BÀRBERI P (2002) Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues? *Weed Research* **42**, 177-193.

BERTIN C, YANG X & WESTON LA (2003) The role of root exudates and allelochemicals in the rizosphere. *Plant and Soil* **256**, 67-83.

Effects of *Vicia faba* L. root residues on weed control

Summary: Previous studies have shown the negative effect of the legume *Vicia faba* aerial biomass on weeds. But if this aerial biomass is harvested, only root residues will remain into the soil where, during decomposition, may release compounds with phytotoxic effects on surrounding weeds. With the aim to study this possibility, field experiments on two locations, as well as a greenhouse experiment, were conducted. Under field conditions, *V. faba* root residues reduced weed density and total biomass, affecting both monocotyledon and dicotyledon weeds. The greenhouse experiment evaluated the short-term effects of *V. faba* root residues on maize and some accompanying weeds. Root residues reduced both germination and early growth of all weeds, without negative effects on maize. Greenhouse and field experiments revealed negative effects of *V. faba* root residues on some maize-associated weeds, this being the first study to examine these effects.

Keywords: *Vicia faba* L., roots, phytotoxicity, weed management.