O1. La especie de cubierta vegetal y su biomasa condicionan la eficacia del método de finalización para el control de malas hierbas estivales en viñedos mediterráneos

O1. Cover crop species and biomass determine the effectiveness of termination methods for summer weed control in Mediterranean vineyards

BARRANCO-ELENA D[1,2], RECASENS J[1,2], MALUQUER J[1,2], BARAIBAR B[1,2]

[1]*Departamento de Ciencia e Ingeniería Forestal y Agrícola, ETSEAFiV/Universitat de Lleida, Lleida, España;* [2]*AGROTECNIO-CERCA Center, Lleida, España*

DOI: 10.20350/digitalCSIC/29259

Email (por orden de autoría): diego.barranco@udl.cat; jordi.recasens@udl.cat; jordi.maluquer@udl.cat; barbara.baraibar@udl.cat

Las cubiertas vegetales son una práctica agrícola sostenible que puede proporcionar múltiples servicios ecosistémicos, entre ellos, el manejo de malas hierbas sin comprometer la salud del suelo. La elección de especies adecuadas y el método de finalización son desafíos clave para implementar con éxito las cubiertas vegetales, especialmente en climas semiáridos. El objetivo de este estudio es determinar qué especies y métodos de finalización son más adecuados para controlar las especies de malas hierbas tanto de invierno como de verano en viñedos (*Vitis vinifera* L). Para ello, se ha llevado a cabo un experimento en dos viñedos ecológicos ubicados en Raimat (Lleida), durante dos campañas en uno de los campos y tres en el otro. El estudio consta de seis tratamientos siguiendo un diseño de bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones. Las cubiertas vegetales sembradas fueron *Phacelia tanacetifolia* Benth. y triticale (×*Triticosecale*), junto con un control sin sembrar, en el que se dejó crecer la vegetación espontánea. En primavera, la mitad de las cubiertas se finalizaron con el *roller crimper* (rodillo-cuchilla) y la otra mitad se picaron. A lo largo del estudio se evaluó la presencia de malas hierbas, el recubrimiento del suelo y la producción de biomasa, tanto de la cubierta como de las malas hierbas. Los resultados indican que triticale presentó mayor recubrimiento del suelo y producción de biomasa, traduciéndose en un mejor control de malas hierbas independientemente del método de finalización. Incluso con niveles moderados de biomasa, se lograron reducciones significativas de flora arvense. Por el contrario, *P. tanacetifolia* mostró una respuesta más variable, condicionada por la biomasa acumulada en primavera. La eficacia del método de finalización dependió del nivel de biomasa de *P. tanacetifolia* producido. Por otro lado, la cubierta espontánea se asoció con una mayor presencia de especies arvenses estivales más competitivas como *Chenopodium album* L.

Palabras clave: *Roller crimper*, picadora, triticale, *Phacelia tanacetifolia*, sistema ecológico.

Cover crops are a sustainable agricultural practice that provide multiple ecosystem services, including weed management without compromising soil health. However, selecting appropriate species and termination methods remains a key challenge, particularly in semi-arid climates. This study aimed to identify the most suitable cover crop species and termination methods

for controlling both winter and summer weed species in vineyards (Vitis vinifera L.). The experiment was conducted in two organic vineyards located in Raimat (Lleida) over two growing seasons in one field and three in the other. A randomized complete block design with three replicates and six treatments was used. The cover crops included Phacelia tanacetifolia Benth. and triticale (×Triticosecale), alongside an unsown control with spontaneous vegetation. In spring, cover crops were terminated either using a roller crimper or by mechanical shredding. Triticale achieved higher soil cover and biomass production, resulting in improved weed suppression regardless of termination method. Even moderate biomass levels led to significant reductions in weed abundance. In contrast, P. tanacetifolia showed more variable performance, strongly influenced by spring biomass accumulation, which also determined the effectiveness of termination. The spontaneous vegetation treatment was associated with a higher presence of competitive summer weeds such as Chenopodium album L.

Keywords: *roller crimper, flail mower, triticale,* Phacelia tanacetifolia*, organic system.*

1. Introducción

Uno de los principales desafíos en la producción ecológica es el manejo de las malas hierbas (Teasdale & Cavigelli, 2017). En ausencia de herbicidas de síntesis, el principal método para el control de las malas hierbas es la labranza. A pesar de su efectividad, el laboreo también es la causa de diversos problemas, como el aumento de la erosión del suelo, pérdida de materia orgánica (Smith *et al.*, 2015) y el uso de combustibles fósiles. Por lo tanto, hay una necesidad de encontrar soluciones basadas en la naturaleza para abordar la problemática de las malas hierbas sin comprometer la salud del suelo. En este sentido, una estrategia de laboreo reducido, basada en cubiertas vegetales, puede garantizar un adecuado manejo de las arvenses.

Las cubiertas vegetales no se siembran para ser cosechadas, sino para proporcionar otros servicios ecosistémicos como retención de nitrógeno, reducción de la erosión, mejor infiltración del agua, manejo de malas hierbas o aumento de la materia orgánica, entre otros (Schipanski *et al.*, 2014). Su función depende de la especie utilizada. Las gramíneas y las brasicáceas son excelentes extractoras de nutrientes con fuertes sistemas radiculares, reduciendo la compactación y la erosión mientras cubren rápidamente el suelo y proporcionan un buen control de las arvenses (Baraibar *et al.*, 2018). Por otro lado, las boragináceas destacan por su abundante y prolongada floración, favoreciendo la atracción de polinizadores e insectos auxiliares y contribuyendo a la regulación biológica dentro del agroecosistema.

En viñedos (*Vitis vinifera* L.), las cubiertas vegetales se siembran a mediados de otoño y se permite su crecimiento hasta finales de primavera, cuando empiezan a competir con el viñedo por agua. Al final del ciclo, las cubiertas suelen ser finalizadas mediante laboreo (incorporándolas al suelo como abono verde), picadora o con el *roller crimper*, un rodillo de gran peso con cuchillas que presiona el material vegetal, pero sin llegar a cortarlo. En este último método, las cubiertas vegetales crean un mantillo que cubre el suelo y puede limitar la germinación de las malas hierbas, aunque su efectividad es variable. Uno de los principales desafíos de este método es seleccionar las especies apropiadas para el paso del *roller crimper*. La implementación de esta estrategia es relativamente nueva y no se ha estudiado extensamente, pero puede proporcionar una buena supresión de las malas hierbas en las calles de viñedos ecológicos durante el verano. Cubiertas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) y facelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) fueron testadas previamente en condiciones agronómicas similares para el control de la grama, *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (Cabrera-Pérez *et al.*, 2024). Sin embargo, todavía hay escasa información de su efecto sobre

otras especies de malas hierbas. Por lo que el objetivo de este estudio es probar dos especies diferentes de cubiertas vegetales y dos métodos de finalización (*roller crimper* y picadora) para ver qué opción proporciona un mejor control de malas hierbas. La información obtenida en las condiciones del Valle del Ebro podría promover la adopción de las cubiertas vegetales en viñedos ecológicos de regadío en otras zonas del territorio.

2. Material y métodos

Se llevó a cabo un experimento en dos viñedos ecológicos ubicados en Raimat (Lleida), durante dos campañas en uno de los campos (Alrasa) y tres en el otro (Sat).

Las particularidades de cada campo se encuentran en la tabla 1. Ambos viñedos se regaron regularmente por goteo durante toda la campaña. El manejo tradicional del suelo en ambas fincas consiste en picar la cubierta espontánea que crece entre las filas y pases mecánicos de intercepa bajo las vides entre tres y cuatro veces por campaña.

La clasificación climática del área de estudio es semiárida fría (BSk) (Kottek *et al.*, 2006). Durante el periodo de ensayo, la precipitación anual promedio fue de 355 mm y la temperatura media anual de 14,9 °C. Los datos climáticos se obtuvieron de una estación meteorológica automática perteneciente a la red meteorológica regional, ubicada cerca del viñedo en Raimat (www.meteocat.cat).

Tabla 1. Características de los campos de ensayo.

ENSAYO	VARIEDAD	AÑO DE ESTABL.	MARCO (M)		TEXTURA (%)				
			Calle	Fila	Arena	Limo	Arcilla	pH	MO
Alrasa	Chardonnay	2010	3	1,5	30,5	32,7	36,7	8,3	2,7
Sat	Tempranillo	2015	3	1,5	44,3	34,8	20,9	8,4	3,9

La preparación del lecho de siembra se realizó en todas las calles del experimento con una fresadora montada en un tractor previo a la siembra. Se sembraron dos especies de cubiertas vegetales a finales de octubre de cada campaña en las calles de 2,5 m de ancho, ×*Triticosecale* var. Hugo (triticale) y facelia. Las cubiertas de triticale y la facelia se sembraron a una dosis de 210 y 10 kg ha^{-1} respectivamente. También se estableció un control sin sembrar (cubierta espontánea). Los seis tratamientos se instalaron siguiendo un diseño de bloques completamente aleatorizado con tres repeticiones.

En mayo, cuando las cubiertas estaban en floración, la mitad de las cubiertas vegetales fueron picadas y la otra mitad fue chafada con el *roller crimper*. Durante el estudio, las malas hierbas en las hileras se controlaron mediante un intercepa mecánico.

Los muestreos se realizaron en tres parcelas (unidades de muestreo) en cada fila, ocupando la anchura de siembra (2,5 m) y de largo, la separación entre cuatro vides (4,5 m). El porcentaje de recubrimiento del suelo en cada parcela, por parte de las cubiertas y de malas hierbas se estimó visualmente una vez al mes a lo largo de la temporada. En mayo, la biomasa de las cubiertas y de las malas hierbas se evaluó justo antes de la finalización de las cubiertas tomando muestras de tres cuadrados de 0,5 m de lado junto

a cada una de las tres parcelas. Finalmente, en agosto, la biomasa de malas hierbas de verano se midió de la misma manera que la biomasa de primavera. La biomasa recolectada fue secada en estufas a 60ºC durante 48h para establecer el peso seco.

Cada campo se analizó por separado utilizando un Modelo Lineal de Efectos Mixtos, con las especies de cubierta vegetal, método de finalización y su interacción como factores fijos y bloque como factor aleatorio. Si los tratamientos fueron significativos, se realizaron comparaciones múltiples de los efectos utilizando la prueba HSD de Tukey ($P < 0,05$). Cuando fue necesario, los datos se transformaron con la raíz cuadrada para cumplir con los requisitos de normalidad (Shapiro-Wilk) y homocedasticidad (prueba de Levene). Los datos se retro transformaron para mayor claridad en los resultados. Los análisis se realizaron utilizando el programa estadístico R (R Core Team, 2023).

3. Resultados y discusión

En mayo, la biomasa de la cubierta vegetal y de las malas hierbas difirió de forma consistente entre años y tipos de cubierta. El triticale produjo la mayor biomasa en todas las campañas y campos, mientras que la biomasa de malas hierbas primaverales en los tratamientos con triticale se mantuvo cercana a cero, indicando un fuerte efecto supresor de esta cubierta sobre la flora arvense. La facelia presentó niveles intermedios de biomasa y controló eficazmente las malas hierbas primaverales, especialmente en Sat, donde la biomasa media de malas hierbas a lo largo de los años fue baja (161 kg ha□[1]) (figura 1A).

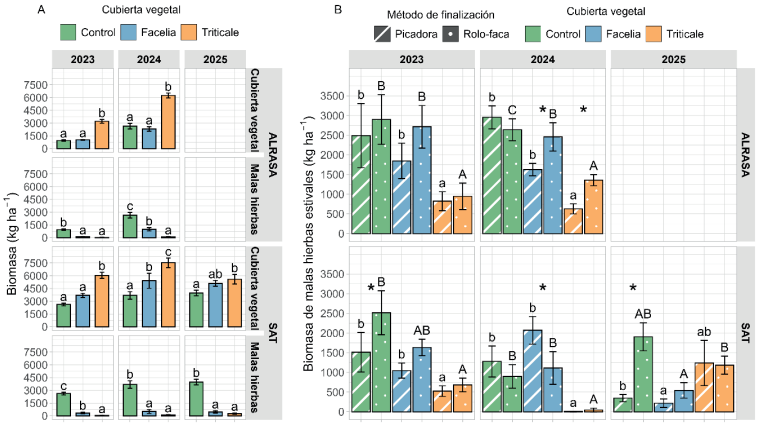

Figura 1. Biomasa de malas hierbas y de la cubierta vegetal en primavera (A) y biomasa de malas hierbas en verano (B) en cada tratamiento a lo largo de las campañas en ambos campos (Alrasa y Sat), expresada en kg ha^{-1}. Las barras verticales representan el error estándar de la media. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tipos de cubierta vegetal dentro de cada año y campo ($P < 0,05$). En la figura 1B, las letras mayúsculas indican diferencias significativas entre tipos de cubierta dentro de los tratamientos picados, y las letras minúsculas dentro de los tratamientos finalizados con *roller crimper*. Los asteriscos indican diferencias significativas entre métodos de terminación dentro de cada tipo de cubierta vegetal.

Durante el verano, los patrones de biomasa de malas hierbas estuvieron influenciados por el año, el tipo de cubierta y el método de terminación. En general, los tratamientos con triticale mostraron menor biomasa de malas hierbas estivales que el resto, excepto en 2025, cuando triticale presentó menor biomasa (figura 1A) y una biomasa de malas hierbas mayor (figura 1B). En 2023, el método de terminación no afectó significativamente la biomasa de malas hierbas estivales en Alrasa ($P = 0,237$), mientras que, en la mayoría de los casos restantes, se observaron efectos significativos en la interacción entre tipo de cubierta y modo de finalización.

En general, se observó una tendencia a que los tratamientos finalizados con *roller crimper* presentaran mayor biomasa de malas hierbas estivales que los picados (figura 1B), aunque este patrón no fue consistente en todos los años y tratamientos. En 2024 en Sat, caracterizado por una elevada biomasa de facelia (figura 1A), se observó la tendencia opuesta: los tratamientos picados mostraron mayor biomasa de malas hierbas estivales, con diferencias significativas con la facelia chafada. En cambio, en la cubierta finalizada de triticale, la biomasa de malas hierbas estivales se mantuvo cercana a cero en ambos métodos de finalización (figura 1B).

En 2025, no se detectaron diferencias significativas entre métodos de finalización en las cubiertas sembradas en Sat, mientras que, en la cubierta espontánea, los tratamientos con *roller crimper* presentaron mayor biomasa de malas hierbas estivales que la cubierta espontánea picada.

4. Conclusiones

La elección de la especie utilizada como cubierta vegetal fue el principal factor que determinó el control de las arvenses en viñedos mediterráneos. Triticale proporcionó una reducción consistente de las malas hierbas primaverales y estivales, mientras que la eficacia de facelia fue más variable y dependió en gran medida de la biomasa acumulada en primavera.

La eficacia del método de finalización dependió tanto del tipo de cubierta como de la producción de biomasa. En condiciones de baja biomasa, la picadora resultó más efectiva, mientras que con altos niveles de biomasa tanto el *roller crimper* como la picadora ofrecieron un control comparable de las malas hierbas.

Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de seleccionar especies de cubierta con elevada capacidad de implantación, producción de biomasa y competitividad frente a las malas hierbas. Futuras investigaciones deberían evaluar además el efecto de estas estrategias sobre el rendimiento del viñedo y otros servicios ecosistémicos asociados, con el fin de valorar de forma integral su contribución a la sostenibilidad del sistema.

5. Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el proyecto TED2021-130138A-I00 “Manejo de flora arvense sin perturbación del suelo en agricultura ecológica” financiado por MICIU/AEI /10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/ PRTR D. Barranco es beneficiario del contrato “Personal predoctoral en formación UdL 2022”. Los autores quieren agradecer a las empresas Raventós-Codorníu S.A y Alrasa Agraria S.A su colaboración y soporte técnico en campo.

Referencias

BARAIBAR B, HUNTER MC, SCHIPANSKI ME, HAMILTON A & MORTENSEN DA (2018) Weed suppression in cover crop monocultures and mixtures. Weed Science, 66, 121-133.

CABRERA-PÉREZ C, ROYO-ESNAL A, CATALÀ B, BARAIBAR B & RECASENS J (2024) Cover crops terminated with roller-crimper to manage *Cynodon dactylon* and other weeds in vineyards. Pest Management Science, 80, 2162-2169.

KOTTEK M, GRIESER J, BECK C, RUDOLF B & RUBEL F (2006) World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Meteorologische Zeitschrift, 15, 259-263.

R CORE TEAM (2023) R: A language and environment for statistical computing. Disponible en: http://www.r-project.org/ [Consultado el 14 de abril de 2023].

SCHIPANSKI ME, BARBERCHECK M, DOUGLAS MR, FINNEY DM, HAIDER K, KAYE JP, KEMANIAN AR, MORTENSEN DA, RYAN MR, TOOKER J & WHITE C (2014) A framework for evaluating ecosystem services provided by cover crops in agroecosystems. Agricultural Systems, 125, 12-22.

SMITH RG, RYAN MR & MENALLED FD (2015) Direct and indirect impacts of weed management practices on soil quality. En: Soil Management: Building a Stable Base for Agriculture. 275-286.

TEASDALE JR & CAVIGELLI MA (2017) Meteorological fluctuations define long-term crop yield patterns in conventional and organic production systems. Scientific Reports, 7, 688.