

Uso de hidroacolchados para el control de malas hierbas en plantaciones truferas

Use of hydromulch for weed control in truffle plantations

Alicia Cirujeda^{1,2,*}, Sergio Sánchez^{2,3}, Sergi Barreda^{2,3}, Eva Gómez⁴, Jorge Pueyo¹ & Gabriel Pardo^{1,2}

¹Departamento de Sistemas Agrícolas, Forestales y Medio Ambiente, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA); Avda. Montañana 930; 50059 Zaragoza, España

²Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2, CITA Universidad de Zaragoza, España

³Departamento de Ciencia Vegetal, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA); Avda. Montañana 930; 50059 Zaragoza, España

⁴Centro de Investigación y Experimentación en Truficultura (CIET), Diputación Provincial de Huesca; Polígono Fabardo S/N; 22430 Graus, España

(*E-mail: acirujeda@aragon.es)

<https://doi.org/10.19084/rca.34907>

Recibido/received: 2024.01.15

Aceptado/accepted: 2024.02.28

RESUMEN

España es el primer productor mundial de trufa negra (*Tuber melanosporum* Vittad.). El control de las malas hierbas en estas plantaciones es clave para garantizar un desarrollo correcto de los árboles y suele llevarse a cabo mediante escarda mecánica. En los primeros años de establecimiento suele combinarse con el uso de herbicidas tratando de no rociar los tallos de los plantones. No obstante, existe preocupación e interés en el sector para encontrar un método alternativo para evitar una posible micotoxicidad y residuos en las trufas. En abril de 2022 se aplicaron dos hidroacolchados diferentes en plantaciones truferas jóvenes para compararlos con una escarda manual y una aplicación herbicida en dos fincas en Graus (Huesca). Se evaluó periódicamente la cobertura del suelo por malas hierbas hasta 413 días después de la aplicación, y se realizó un seguimiento semestral del crecimiento de los árboles. En una de las fincas, la presión de arvenses fue menor, alcanzando como máximo una cobertura del 22% en uno de los muestreos realizados antes de la escarda manual; en la otra finca, se alcanzó el 59%. En una parcela, la frecuencia y abundancia medias durante el ensayo de la especie perenne *Cynodon dactylon* (L.) Pers. fue inferior para el acolchado basado en cascarilla de arroz. El control de especies dicotiledóneas anuales fue satisfactorio en ambos ensayos con cualquier hidroacolchado. En una de las fincas, el crecimiento de los árboles con hidroacolchados fue ligeramente mayor que en los controles escardados o tratados con herbicida.

Palabras clave: acolchados, *Cynodon dactylon*, glifosato, paja, cascarilla de arroz

ABSTRACT

Spain is the main black truffle (*Tuber melanosporum* Vittad.) producer in the world. Weed control in these plantations is a key factor to guarantee the correct development of the trees and is usually carried out by means of mechanical weeding. During the first years of tree establishment this technique is normally combined with herbicide use trying not to reach the trunks of the saplings. However, there is concern and interest in the sector to find an alternative method to avoid possible mycotoxicity and hangover in the truffles. In April 2022 two different hydromulches were applied in young plantations to compare them with manual weeding and herbicide application in two plots of Graus (Huesca). Weed soil cover was assessed periodically up to 413 days after application and tree growth was assessed every 6 months. In one of the plots weed pressure was lower reaching 22% in one of the samplings prior to mechanical weeding; in the other plot 59% was reached. In one of the plots, mean frequency and abundancy of the perennial grass *Cynodon dactylon* (L.) Pers. was lower for hydromulch based on rice husk. The control of annual weeds was satisfactory in both trials for any of the tested hydromulches. In one of the plots the growth of trees was slightly higher for the hydromulches compared to the plots weeded mechanically or with herbicides.

Keywords: mulches, *Cynodon dactylon*, glyphosate, straw, rice husk

INTRODUCCIÓN

España es el primer productor mundial de trufa negra (*Tuber melanosporum* Vittad.) gracias al éxito alcanzado en Aragón con unas 14.000 ha en 2023. La fase de explotación suele comenzar a los 10 años (Reyna, 2011). La intensificación de la truficultura está llevando a laboreos cada vez más frecuentes, incluso de más de 3-4 veces por año. No obstante, se desaconseja alterar el suelo muchas veces para evitar dañar a las raíces y a las micorrizas, por lo que algunos truficultores utilizan herbicida en la base de los plántones. Algunos trabajos sugieren que se puede producir un cambio en la distribución de las raíces y de las micorrizas en profundidad (Gómez-Molina *et al.*, 2020); en otros estudios se concluye que los efectos del herbicida sobre los hongos pueden depender de las especies (Trappe *et al.*, 1984; Rose *et al.*, 2016). Por otro lado, posiblemente los efectos sean menores en plantaciones de más edad, ya que no se encontró ninguna reducción en la abundancia de las micorrizas de *T. melanosporum* en plantaciones de 4 años (Olivera *et al.*, 2011). Por lo tanto, podría ser deseable encontrar alternativas al menos para los primeros años de establecimiento de los árboles.

El uso de acolchados con láminas de plástico sea de polietileno o de materiales biodegradables reduce fuertemente la percolación de agua de lluvia y también la respiración del suelo, por lo que no parecen adecuados para este cultivo. Usar residuos sólidos como cortezas o paja tiene como inconveniente su corta duración, generalmente dispersados por el viento, lluvia y fauna antes de un año; además precisan de su transporte, a no ser que sean producidos en la propia finca (Hammermeister, 2016). Una alternativa puede ser emplear hidroacolchados, aplicados de forma líquida en la superficie

que se desee y que solidifican posteriormente en campo. Los resultados obtenidos en ensayos en plantaciones de viña y melocotón realizados en España en 2018-20 muestran como en condiciones de regadío con abundante presión de plantas arvenses, el efecto supresor fue visible durante más de un año (Cirujeda *et al.*, com. pers.). Las mejores mezclas fueron aquellas basadas en paja de trigo o cascarilla de arroz, mezclándolas con papel reciclado, fibra de *Pinus radiata* y yeso (patente española P201930857, 11/01/2022).

Los objetivos de este trabajo han sido estudiar en dos parcelas 1) la capacidad supresora de las malas hierbas utilizando dos mezclas de hidroacolchado y compararla con el uso de glifosato y de la escarda manual y 2) evaluar el posible efecto de los acolchados sobre el crecimiento de los árboles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los hidroacolchados fueron mezclados en la misma finca y aplicados inmediatamente después en dos parcelas el 06/04/2022: una perteneciente al Centro de Investigación y Experimentación en Truficultura (Graus, Huesca) y otra en una propiedad particular en Torrelabad (Huesca). Los detalles sobre las plantaciones y tratamientos se encuentran en la Tabla 1. Se han ensayado los siguientes tratamientos: 1) testigo con herbicida (glifosato, 4 l/ha), 2) testigo con escarda manual, 3) hidroacolchado con paja de trigo (PT) y 4) con cascarilla de arroz (CA). En la finca 1 se aplicaron 17 repeticiones con CA, 13 con PT, 9 con escarda, 9 con glifosato. En la finca 2 fueron 6 de cada acolchado y 5 de cada testigo, según la disponibilidad de plántones. Los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente.

Tabla 1 - Detalles sobre las plantaciones y las fechas de tratamientos

	Distancia entre árboles	Edad árboles	Fechas de escarda	Fechas de aplicación de herbicida	Fecha medición altura árboles
Parcela 1 (agricultor)	6 x 6	Recién plantados	Junio 2022, 15/02/23 11/07/23 05/10/23	Junio 2022, 15/02/23 11/07/23	26/04/22 11/11/22 17/05/23
Parcela 2 (CIET)	6 x 6	5-6 años	Junio 2022, 15/02/23 11/07/23 05/10/23	Junio 2022, 15/02/23 11/07/23	26/04/22 11/11/22 17/05/23

El acolchado se aplicó manualmente en un rectángulo de 0,8 x 0,8 m alrededor de los troncos. Las dosis utilizadas fueron: 835 g m⁻² de papel reciclado, 1002 g m⁻² de yeso (Marfil ALGISS), 209,6 g m⁻² de fibra obtenida de *Pinus radiata* (Museo Molino Papelero de Capellades); se añadió 833 g m⁻² de paja de trigo molida y pasada a través de un tamiz de 2.5 mm y se añadieron 1250 g m⁻² de cascarilla de arroz. Periódicamente se hicieron evaluaciones de la cobertura total y por especies. Debido a la dificultad de normalizar los datos, se realizó un análisis no paramétrico mediante Kruskal-Wallis utilizando el programa R versión 2.15.0 (R Core Development Team, 2019).

La altura de los árboles se midió, semestralmente, utilizando un flexómetro de metal auto enrollable. Las medidas se trataron mediante ANOVA utilizando el programa R versión 2.15.0 (R Core Development Team, 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las parcelas 1 y 2, a lo largo de los 413 días de observaciones, se encontraron un total de 19 y 32 especies arvenses, respectivamente. En ambos ensayos hubo una presencia importante de *C. dactylon*, más abundante en la parcela 2 (Tabla 2). Las especies más frecuentes coincidieron con las más abundantes.

En la parcela 1 las coberturas fueron bajas en todos los tratamientos tanto en conjunto como para las especies individualmente. Los hidroacolchados fueron capaces de controlar las especies anuales de forma eficaz, tanto desde el punto de vista de la frecuencia como de la cobertura; no obstante los valores de cobertura promedios en escarda y uso de herbicida fueron también muy bajos para algunas de estas especies (Tabla 2). La eficacia para el conjunto de las especies dicotiledóneas anuales fue de un 67 / 97% (frecuencia / cobertura) para el acolchado CA y 83 / 94% para PT. Por lo contrario, los acolchados lograron reducir en menor medida la presencia de *C. dactylon*. En cuanto a los cambios observados a lo largo del tiempo, la cobertura en los dos acolchados fue significativamente inferior a los tratamientos control en cada una de las fechas de muestreo durante más de 400 días después de aplicar (Figura 1), alcanzando ambos valores muy similares. También la cobertura en la escarda manual o el uso de herbicida fueron similares entre ellos en todos los muestreos.

Aunque en los testigos escardados de la parcela 2 se observaron densidades alrededor de tres veces superiores a las de la parcela 1, los resultados obtenidos fueron similares: si bien los hidroacolchados no evitaron la emergencia de alguna de las especies, lograron reducir la cobertura de *C. album* y del conjunto de las especies anuales satisfactoriamente (eficacia entre el 86 y el 87% para el conjunto de

Tabla 2 - Frecuencia (% de presencia en las parcelas) / abundancia (% cobertura del suelo) de las 4 especies de malas hierbas más frecuentes y más abundantes encontradas en las parcelas. Promedio de todas las evaluaciones para cada tratamiento

	Parcela 1 (agricultor)			
	Escarda	Glifosato	Arroz	Paja
<i>Cynodon dactylon</i>	100 / 0.8	100 / 0.6	100 / 0.4	83 / 0.4
<i>Amaranthus retroflexus</i>	33 / 0.3	50 / 0.3	33 / 0	17 / 0.2
<i>Portulaca oleracea</i>	50 / 0.8	50 / 0.3	17 / 0	0 / 0
<i>Chenopodium album</i>	50 / 0.5	50 / 0.6	0 / 0	0 / 0
Suma dicotiledóneas anuales	100 / 3.5	100 / 2.8	33 / 0.1	17 / 0.2
	Parcela 2 (CIET)			
	Escarda	Glifosato	Arroz	Paja
<i>Cynodon dactylon</i>	100 / 16.3	100 / 10.7	100 / 18.5	100 / 16.1
<i>Chenopodium album</i>	67 / 2.3	83 / 1.3	17 / 0	0 / 0
<i>Convolvulus arvensis</i>	100 / 4.6	100 / 1.6	100 / 2.3	100 / 2.0
<i>Sorghum halepense</i>	100 / 6.9	100 / 4.1	67 / 2.2	83 / 1.0
Suma dicotiledóneas anuales	100 / 10.0	100 / 6.1	100 / 1.4	100 / 1.3

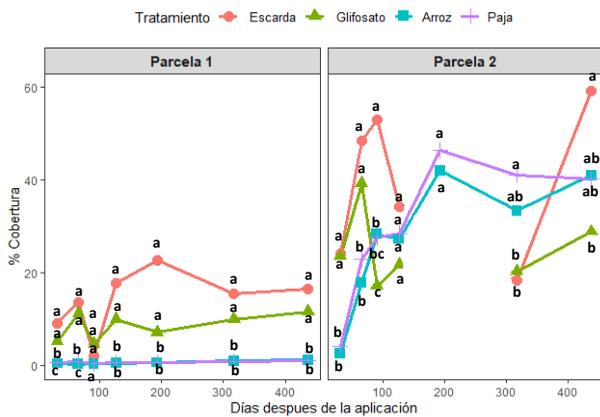


Figura 1 - Cobertura total del suelo por las malas hierbas (%) en las dos parcelas en las diferentes fechas de muestreo. Diferentes letras indican diferencias significativas mediante test de Kruskal-Wallis con $P < 0,05$.

especies dicotiledóneas anuales respecto al testigo escardado). Las especies perennes se controlaron en menor medida: *C. dactylon* mostró unas coberturas medias similares a las apreciadas en los testigos de escarda; la cobertura de *C. arvensis* fue aproximadamente la mitad en los acolchados y la de *S. halepense* algo mayor, entre un 68 y un 86%. Estos resultados están en la línea de las eficacias observadas en ensayos en macetas y en campo (Mas *et al.*, 2021, 2024; Cirujeda *et al.*, com. pers.). En esta localidad, en cambio, los efectos supresores de los acolchados se percibieron durante menos tiempo (Figura 2).

Las especies perennes al perforar los acolchados no solo generan una cobertura por parte de los individuos capaces de crecer a través de ellos, sino que inician la desintegración de los materiales facilitando que otras plantas puedan crecer a través de ellos posteriormente. Por ello, sería conveniente mejorar la composición de los hidroacolchados confiriéndoles mayor resistencia para poder ser más eficaces en parcelas como estas en las que hay una abundante presencia de especies perennes.

En cuanto al desarrollo de las plantas, en la parcela 1 la altura aumentó significativamente con el tiempo ($P < 0,001$) y se vio influida significativamente por los tratamientos de acolchado ($P = 0,004$), con el acolchado de arroz presentando una altura significativamente mayor que el testigo (T2) (Figura 2). La interacción tiempo x tratamiento no mostró efecto significativo ($P = 0,82$). En la parcela 2 la altura aumento significativamente con el tiempo ($P < 0,001$), pero no se vio afectada por los tratamientos de acolchado ($P = 0,98$).

CONCLUSIONES

Se confirma el buen control de especies anuales por parte de los hidroacolchados y una capacidad media de reducir la presencia de especies perennes como *C. dactylon* y *C. arvensis*.

Se ha observado un efecto positivo sobre el desarrollo de los árboles truferos de los dos acolchados



Figura 2 - Evolución de la altura media de las plantas (cm) en las parcelas en función de los diferentes tratamientos. Diferentes letras indican diferencias significativas mediante ANOVA con $P < 0,05$.

ensayados, aunque sólo en la parcela recién plantada, probablemente por encontrarse la práctica totalidad de su aparato radicular bajo la “protección” de los acolchados.

Los hidroacolchados parecen ser una alternativa prometedora para el control de malas hierbas en truficultura, quedando únicamente por confirmar experimentalmente su inocuidad sobre el desarrollo del propio hongo de la trufa en las raíces.

AGRADECIMIENTOS

Los trabajos han sido financiados por el proyecto PID2020-113865RR-C41 del Ministerio de Ciencia e Innovación y por el Grupo Consolidado PROVE-SOS A11-23R, financiado por el Gobierno de Aragón. Agradecemos a Francisco Mateo Bafaluy su confianza en cedernos la parcela para los ensayos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gómez-Molina, E.; Sánchez, S.; Parladé, J.; Cirujeda, A.; Puig-Pey, M.; Marcos, P. & García-Barreda, S. (2020) - Glyphosate treatments for weed control affect early stages of root colonization by *Tuber melanosporum* but not secondary colonization. *Mycorrhiza*, vol. 30, p. 725–733. <https://doi.org/10.1007/s00572-020-00990-8>
- Hammermeister, A.M. (2016) - Organic weed management in perennial fruits. *Scientia Horticulturae*, vol. 208, p. 28–42. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.02.004>
- Mas, M.T.; Pardo, G.; Pueyo, J.; Verdú, A.M.C. & Cirujeda, A. (2021) - Can Hydromulch Reduce the Emergence of Perennial Weeds? *Agronomy*, vol. 11, n. 2, art. 393. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020393>
- Mas, M.T.; Verdú, A.M.C.; Pardo, G.; Pueyo, J.; Claramunt, J. & Cirujeda, A. (2024) - Shoot and biomass reduction of perennial weeds using hydromulches and physical changes in the mulches. *Journal of Plant Diseases and Protection*, vol. 131, p. 433–443. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00833-6>
- Olivera, A.; Fischer, C.R.; Bonet, J.A.; Martínez de Aragón, J.; Oliach, D. & Colinas, C. (2011) - Weed management and irrigation are key treatments in emerging black truffle (*Tuber melanosporum*) cultivation. *New Forests*, vol. 42, p. 227–239. <https://doi.org/10.1007/s11056-011-9249-9>
- R Core Development Team (2019) - *R: A Language and Environment for Statistical Computing*; R Core Development Team: Vienna, Austria.
- Reyna, S. (2011) - *Truficultura, Fundamentos y Técnicas*. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España.
- Rose, M.T.; Cavagnaro, T.R.; Scanlan, C.A.; Rose, T.J.; Vancov, T.; Kimber, S.; Kennedy, I.R.; Kookana, R.S. & Van Zwieten, L. (2016) - Impact of herbicides on soil biology and function. In: *Advances in Agronomy*. Academic Press Inc., p. 133–220.
- Trappe, J.M.; Molina, R. & Castellano, M. (1984) - Reactions of mycorrhizal fungi and mycorrhiza formation to pesticides. *Annual Review of Phytopathology*, vol. 22, p. 331–359. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.22.090184.001555>