

Efecto de las cubiertas vegetales sobre la escorrentía, erosión y propiedades del suelo

■ **José Alfonso Gómez¹, Juan Vicente Giráldez^{1,2}.**

¹ Instituto de Agricultura Sostenible. CSIC. Córdoba.

² Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba.

Este artículo presenta los resultados de los tres primeros años del proyecto, ProTerra, orientado a cuantificar el efecto de una cubierta vegetal manejada con herbicida sobre la escorrentía, erosión, pérdidas de nutrientes y propiedades de suelo en comparación con el laboreo convencional. Los resultados presentados muestran cómo el manejo con cubierta reduce globalmente las pérdidas en escorrentía, erosión y nutrientes, mientras que tiende a mejorar las características superficiales del suelo.

El olivar es el cultivo más extendido de Andalucía, con aproximadamente 1,5 Mha (Consejería de Agricultura y Pesca, 2006a), lo que constituye más o menos el 17% de la extensión de Andalucía. Es un cultivo históricamente asociado a zonas en pen-

diente, cultivado en suelos poco profundos y con un manejo agronómico basado en marcos de plantación amplios, limitación del tamaño del árbol y control de la vegetación en la calle (Gómez y Fereres, 2004; Guzmán, 2004). Esas características explican que el cultivo del olivar en Andalucía, sobre todo a partir de la mecanización del laboreo en los años cincuenta, se asocie a importantes problemas de erosión hídrica (López-Cuervo, 1990; Pastor *et al.*, 1999). El sector no ha sido ajeno a esos problemas y, al menos, desde los años setenta existe constancia de iniciativas dirigidas al desarrollo y difusión de sistemas de manejo del suelo alternativos que permitan una producción competitiva y compatible con la conservación del medio ambiente. Pastor *et al.* (1999) o Gómez y Fereres (2004a) ofrecen una revisión de las alternativas de manejo existentes en olivar. A fecha de hoy parece existir cierto consenso en que el sistema más adecuado es la utilización de cubiertas vegetales en las calles del olivar (sembradas o de vegetación adventicia), que protegen el suelo durante la estación lluviosa, otoño e invierno y que son eliminadas químicamente a la salida del invierno. Este sistema de manejo del suelo está siendo activamente promovido a nivel oficial (Consejería de Agricultura y Pesca, 2006a), estimándose que se utiliza en, aproximadamente, unas 200.000 ha en Andalucía, aunque ese número varía en función de la fuente a la que se recurra.

El manejo con cubierta vegetal en olivar presenta numerosas variaciones técnicas, entre las que destaca el tipo de cubierta vegetal, su extensión superficial y la fecha y método de siega de la cubierta.



Foto 1. Vistas de las parcelas de escorrentía convencional (izquierda) y cubierta (derecha) en Pedrera.



Foto 2. Vista de la parcela de escorrentía de Benacazón (cubierta) y sistema de recogida.

Esas opciones, combinadas con las numerosas tipologías de plantaciones existentes (Guzmán, 2004; Castro *et al.*, 2006), hacen que persista la incertidumbre acerca de cuestiones capitales, como son la fecha más apropiada de siega de la cubierta para una plantación particular (Castro *et al.*, 2006) o la cuantificación del efecto de la cubierta vegetal en reducir la escorrentía y la erosión con respecto al laboreo convencional (Gómez *et al.*, 2004a). A pesar de su importancia, existe un número reducido de experimentos publicados que hayan medido diferencias en escorrentía y erosión entre diferentes sistemas de manejo del suelo en olivar a una escala espacial y temporal que permita una interpretación clara de los mismos. Entre estos experimentos destacan Francia *et al.* (2000); Gómez *et al.* (2004b); Arroyo (2004); y Francia *et al.* (2006). Aunque se han propuesto calibraciones de modelos de erosión y escorrentía que permiten evaluar el impacto de diferentes sistemas de manejo del suelo sobre la escorrentía y erosión en olivar en zonas diferentes a las de dichos trabajos experimentales (Gómez *et al.* 2003; Romero *et al.* 2007), lo cierto es que dada la gran diversidad de condiciones, la base experimental disponible es muy reducida, y sería necesario ampliarla. Este artículo presenta los resultados en olivar de los primeros años de un proyecto europeo, ProTerra, orientado a cuantificar el efecto de las cubiertas vegetales manejadas químicamente sobre la conservación de suelo y agua en cultivos leñosos mediterráneos en comparación con el laboreo convencional.

Materiales y métodos

ProTerra España consta de dos zonas experimentales localizadas en la provincia de Sevilla, en Pedrera y Benacazón. En Pedrera, se trata de un olivar de secano de variedad Hojiblanca, donde existen dos parcelas de escorrentía de tamaño 12 x 65 m (foto 1). Las parcelas tienen una pendiente media del 4% y el suelo es de textura franco-arcillosa. Este ensayo se implantó en el año 2002 y ha venido funcionando regularmente desde el 1 de septiembre de 2003. En el mismo hay dos tratamientos: convencional y cubierta. En el tratamiento convencional, la cubierta vegetal se controló mediante pases de cultivador (tres o cuatro veces al año), mientras que el tratamiento de cubierta consistió en una cubierta vegetal de *lolium rigidum* o *multiflorum* dependiendo del año) sembrada a finales de octubre y segada químicamente con un herbicida compuesto por paraquat 12% + diquat 8%, en la última quincena del mes de marzo.

En Benacazón se implantaron dos parcelas de escorrentía en el año 2002, de tamaño 8 x 60 m (foto 2), una con tratamiento convencional

El manejo con cubierta vegetal en olivar presenta numerosas variaciones técnicas, entre las que destaca el tipo de cubierta, su extensión superficial y la fecha y método de siega de la cubierta

y otra cubierta, idénticos a los utilizados en el ensayo de Pedrera. Las parcelas tienen una pendiente media del 11% y el suelo es de textura franco-arenosa. Esas parcelas han funcionado regularmente desde el 1 de septiembre de 2003. En el año 2005 se implantaron dos repeticiones adicionales de cada tratamiento que han funcionado regularmente desde el 1 de septiembre de 2005. Los tanques dispuestos al final de cada parcela de escorrentía eran muestreados tras cada episodio de lluvia y permitían medir la escorrentía y el sedimento perdido en las parcelas. El sedimento recogido se analizó para determinar la concentración de materia orgánica, nitrógeno orgánico, fósforo y potasio disponible, y la escorrentía para determinar la concentración de NO_3 y de fósforo y potasio soluble. Igualmente, en el invierno de 2004-05 se muestearon las parcelas para caracterizar las propiedades físicas y químicas del suelo en sus primeros 20 cm y evaluar si empezaban a mostrarse diferencias debidas a los dos sistemas de manejo del suelo empleados. Ambos ensayos constaban de una estación meteorológica completa (accesible en <http://www.proterra.eu.com>), que en el caso de Benacazón incluye la medida de la humedad del suelo en la calle del olivar, cubierta y convencional, en los primeros 30 cm del suelo.

Las pérdidas de sedimentos y escorrentía se concentran en los meses de otoño e invierno. La cubierta vegetal es muy efectiva en reducir las pérdidas de suelo incluso en condiciones (como el otoño de 2003) en que la erosión en el sistema convencional fue muy intensa

Figura 1.

Escorrentía en Pedrera.

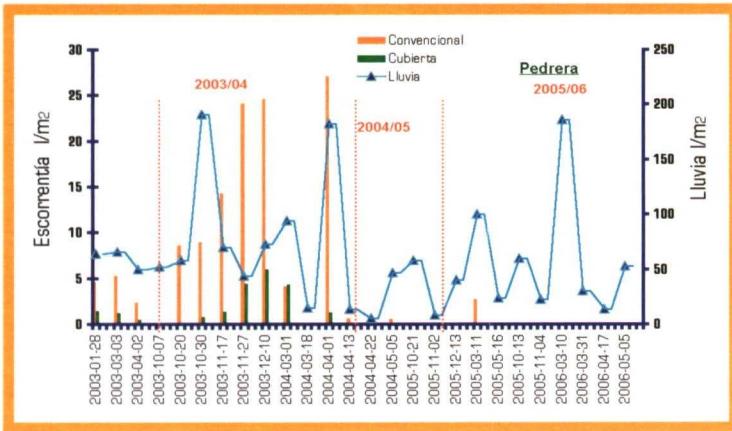
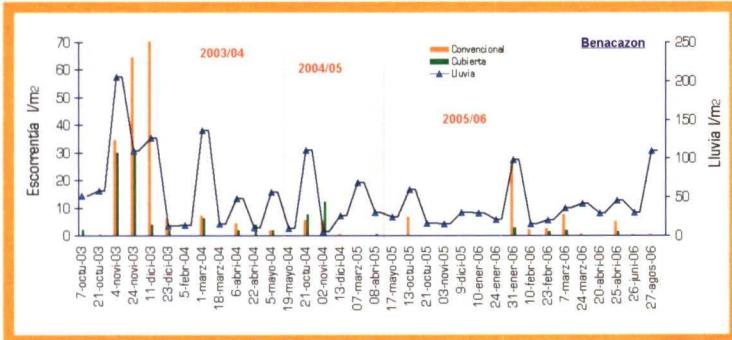


Figura 2.

Escorrentía en Benacazón.



Resultados

La **figura 1** muestra la escorrentía medida en Pedrera entre el 1 de septiembre y el 31 de agosto de 2006. En ella puede verse cómo la escorrentía fue significativa únicamente en un año muy lluvioso, 2003-04, mientras que en los demás apenas se generó escorrentía. En el caso de Benacazón (**figura 2**, donde se muestran los valores de las parcelas originales instaladas en 2002), se generó escorrentía en todos los años, la cual fue superior en el tratamiento convencional, excepto en el caso de un año muy seco en el que el tratamiento cubierta generó más escorrentía, aunque en cantidades relativamente pequeñas. Por este motivo, a continuación nos centraremos en el análisis de los resultados en Benacazón.

Las **figuras 2 y 3** muestran cómo las pérdidas de sedimentos y escorrentía se concentran en los meses de otoño e invierno y cómo la cubierta vegetal es muy efectiva en reducir las pérdidas de suelo incluso en condiciones (como el otoño de 2003) en que la erosión en el sistema convencional fue muy intensa. En el año 2005-2006, en el que había tres repeticiones de cada tratamiento, se pudo comprobar que las diferencias en pérdidas de suelo eran significativas (**figura 4**). La misma tendencia significativa se observó en las diferencias en escorrentía (datos no mostrados).

Las diferencias en nutrientes en escorrentía y sedimento estuvieron asociadas a las pérdidas de agua y sedimento. Así, en los años más lluviosos (2003-04 y 2005-06) fueron mayores en el tratamiento convencional. Véase, por ejemplo, el **cuadro I** mostrando pérdidas en sedimento.

Las propiedades de suelo no mostraron grandes diferencias tan sólo dos años después de diferenciarse el manejo de suelo entre las

parcelas, aunque parece haber una tendencia a mayores valores de estabilidad de agregados y materia orgánica en el tratamiento convencional (**cuadro II**).

Las medidas de humedad en Benacazón indican que no hubo diferencias significativas en los primeros 30 cm del suelo en las calles durante el otoño, el invierno o la primavera. En el verano de 2005 sí se observa cómo el tratamiento cubierta mantiene una mayor humedad. En el verano de 2006, en el que llovió de manera apreciable, esa tendencia no se observó claramente (**figura 5**).

Figura 3.

Pérdidas de suelo en Benacazón.

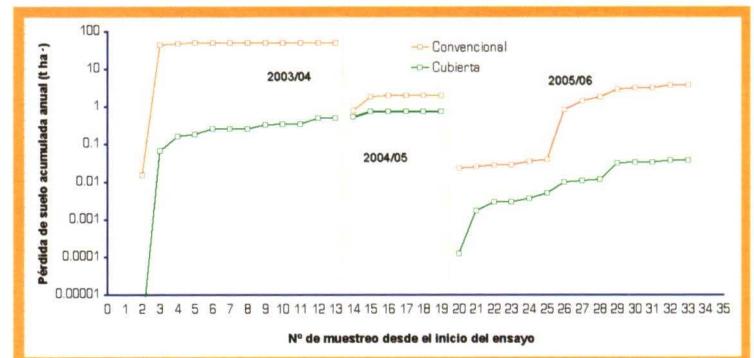


Figura 4.

Pérdidas de suelo en Benacazón en el año 2005/2006. Valores medios y desviación estándar por tratamiento.

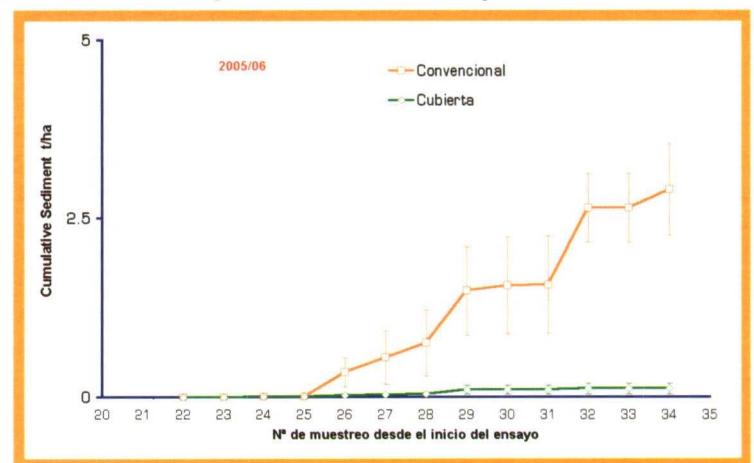
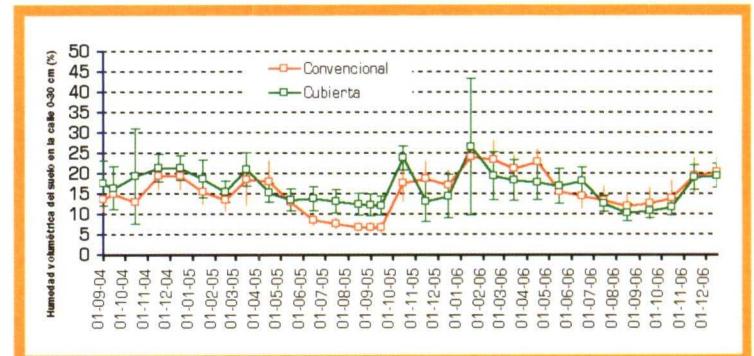


Figura 5.

Humedad promedio de los primeros 30 cm del suelo en las calles del olivar en Benacazón.



(Barras son desviación estándar).

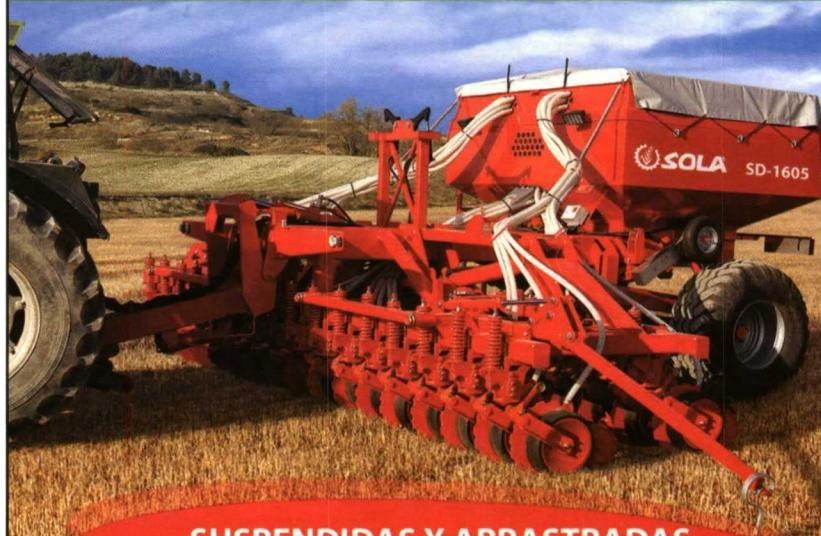


SOLA

LA MAYOR OFERTA EN MÁQUINAS DE SIEMBRA DIRECTA

26

MODELOS DIFERENTES



SUSPENDIDAS Y ARRASTRADAS
DES DE 2'5 A 6 METROS DE LABOR



MAQUINARIA AGRÍCOLA SOLÁ, S.L.

Tel. (0034) 93 868 00 60

www.solagruop.com

Cuadro I.

Pérdidas en nutrientes kg·ha⁻¹ en sedimento en Benacazón.

	2003/04		2004/05	
	Convencional	Cubierta	Convencional	Cubierta
Materia orgánica	696	36,1	12,9	18
Nitrógeno orgánico	49,4	1,32	0,72	1,07
K disponible	6,62	0,26	0,08	0,25
P disponible	0,86	0,05	0,01	0,06

Cuadro II.

Propiedades del suelo en los primeros 10 centímetros.

	Materia orgánica %	Agregados estables en agua gr/kg	Densidad aparente gr·cm ⁻³
Convencional	1,6	61,9	1,3
Cubierta	1,9	202,8	1,5

Resumen

En el estudio mostrado se observó que en años con una precipitación alrededor o superior a la media existe una tendencia generalizada hacia una menor producción de escorrentía, sedimento y nutrientes en el tratamiento manejado con cubierta vegetal en comparación al manejado con laboreo convencional. En un año muy seco (2004-05) esta tendencia fue la opuesta, aunque la magnitud de las pérdidas fue relativamente pequeña. Parece observarse una tendencia hacia una mejora relativa del contenido de materia orgánica y estabilidad estructural de agregados en el horizonte superficial del suelo del tratamiento cubierta en comparación con el convencional y una ausencia de diferencias significativas en contenido de humedad del suelo en las calles de olivar entre ambos sistemas de manejo para las fechas de siega utilizadas en los años presentados. ■

AGRADECIMIENTOS

A Syngenta, por el patrocinio de este trabajo a través del proyecto ProTerra, así como a su personal, por su asistencia en el manejo de los ensayos experimentales, y por facilitar el herbicida Gramoxone (paraquat 12% + diquat 8%) para la realización de los ensayos.

Bibliografía

- Arroyo, L. 2004. Valoración agronómica de las pérdidas por productividad por erosión en cultivos plurianuales mediterráneos. Tesis Doctoral. Dpto. de Agronomía. Universidad de Córdoba.
- Castro, G., Gómez, J.A., Fereres, E. 2006. Determinación de la fecha de siega de la cubierta protectora en olivar. *Vida Rural* 228: 36 - 43.
- Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. 2006a. Estadísticas disponible en <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/opencms/portal/portada.jsp>
- Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. 2006b. Manual de buenas prácticas agrarias en los diferentes sistemas productivos del olivar andaluz. Sevilla.
- Francia, J.R., Martínez Raya, A., Ruiz Gutiérrez, S. 2000. Erosión en suelos de olivar en fuertes pendientes. Comportamientos de distintos manejo de suelo. *Edafología* 7: 147-155.
- Francia, J.R., Durán Zuazo, V.H., Martínez Raya, A. 2006. Environmental impact from mountainous olive orchards under different soil-management systems (SE Spain). *Science of the Total Environment* 358: 46-60.
- Gómez, J.A., Battany, M., Renschler, C.S., Fereres, E. 2003. Evaluating the impact of soil management on soil loss in olive orchards. *Soil Use and Management* 19: 127-134.
- Gómez, J.A., Fereres, E. 2004a. Conservación de suelo y agua en el olivar andaluz en relación al sistema de manejo de suelo. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla.
- Gómez, J.A., Romero, P., Giráldez, J.V., Fereres, E. 2004b. Experimental assessment of runoff and soil erosion in an olive grove on a Vortic soil in Southern Spain as affected by soil management. *Soil Use and Management* 20: 426-431.
- Guzmán, J.R. 2004. Geografía de los paisajes del olivar andaluz. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- López-Cuervo, S. 1990. La erosión en los suelos agrícolas y forestales de Andalucía. Colección Congresos y Jornadas N° 17/1990. Consejería de Agricultura y Pesca. pp.11-16.
- Pastor, M., Castro, J., Vega, V., Humanes, M. 1999. Sistemas de manejo del suelo. En *El cultivo del olivo*, D. Barranco, R. Fernández-Escobar y L. Rallo (Eds.). Mundiprensa. Madrid.
- Romero, P., Castro, G., Gómez, J.A., Fereres, F. 2007. Curve number values for olive orchards under different soil management. *Soil Science Society of America Journal* (aceptado).