

ProTerra y Biosuelo: siete años de ensayo de cubiertas vegetales para control de la erosión en un olivar de verdeo

José A. Gómez^{1,*}; Mercedes Campos²;
Gema Guzmán¹; Tom Vanwalleghe¹; y Juan Vicente Giráldez³

Este artículo presenta un resumen de los resultados más importantes de un programa de colaboración con Syngenta que durante los últimos siete años ha medido la erosión y la escorrentía en un olivar de verdeo situado en el Aljarafe sevillano con una pendiente del 11%, así como otras determinaciones complementarias como pérdidas de nutrientes y materia orgánica, y biodiversidad de las cubiertas (aunque esto último de manera incipiente).

Los resultados muestran una reducción drástica de la pérdida de suelo cuando se dispone una cubierta vegetal de gramíneas cubriendo toda la calle comparada con un sistema de laboreo ligero tradicional de laboreo, 1.7 frente a 31 Mg ha⁻¹ año⁻¹ en olivar con cubierta y labrado respectivamente, y una reducción más moderada en la pérdida media de agua por escorrentía superficial, con respecto al laboreo, 44 frente a 83 mm año⁻¹, en olivar con cubierta y labrado respectivamente. En los cuatro años en que se midió, esas reducciones en escorrentía y pérdida de suelo se tradujeron en una disminución de las pérdidas en nutrientes y materia orgánica en la escorrentía y sedimento desde las parcelas con cubierta con respecto a las labradas, aunque la concentración de nutrientes en la escorrentía y sedimento proveniente de las parcelas con cubierta tendía a ser ligeramente superior, comprensible por los mayores valores de nutrientes y materia orgánica en la superficie del suelo de las parcelas con cubierta. Por último presenta resultados preliminares acerca de ensayos recientes orientados a aumentar la diversidad vegetal de la cubierta sembrada para aumentar las poblaciones de la artropodofauna beneficiosa y mejorar el control biológico en el olivar.

Un análisis de estos resultados, y las reflexiones que nos sugieren sobre lo que esta pasando en otros olivares del sur de España y hacia donde deben orientarse futuros esfuerzos de conservación de recursos naturales en olivar cierran este artículo.

Introducción

La degradación del suelo, especialmente por la erosión hídrica Figura 1, es uno de los principales problemas ambientales de la olivicultura tanto en el sur de España como en otras regiones del Mediterráneo (Beaufoy, 2001). Por ello en las últimas décadas se ha investigado acerca de sistemas de manejo del suelo alternativos al laboreo, destacando entre ellos el uso de cubiertas vegetales en las calles (ver resumen en Gómez y Giráldez, 2009). Aunque durante este periodo se ha realizado un esfuerzo notable para comprender cómo se pierde el suelo y el agua en olivares y proponer soluciones, existen realmente pocos ensayos a largo plazo que lo hayan monitorizado de manera continuada para dar una visión adecuada en un clima tan variable como el Mediterráneo (Gómez et al., 2008), y para estudiar las interacciones del manejo de suelo con otros aspectos ambientales importantes como por ejemplo los flujos de nutrientes y carbono asociados a la escorrentía y sedimento, o la biodiversidad. Este artículo pretende, en primer lugar, transmitir los resultados más relevantes de siete



Figura 1: Olivar con pendiente moderada erosionado tras las lluvias del invierno de 2009-2010.

años de ensayos en un olivar de verdeo en la provincia de Sevilla durante los que se ha investigado, y se continúa, esos aspectos. En segundo lugar trata de poner en perspectiva, desde la experiencia de este y otros trabajos similares, los retos que aborda el manejo de suelo del olivar en España para su sostenibilidad.

Descripción de los experimentos

Las parcelas experimentales están situadas en la finca **Santa Marta**, en el término municipal de Benacazón, en el borde occidental del Aljarafe sevillano que vierte al río Guadalquivir por su margen derecha. En esta finca existe una plantación de olivar de verdeo en riego con goteo de unas 6 ha de extensión, situada en una zona con una pendiente media del 11%, Figura 2. El suelo, que tiene una clase textural franco arenosa, está clasificado como Petrocalcic Palexeralf.

En el año 2002 comenzó la instalación de parcelas experimentales para la medida de la escorrentía y la erosión de 60 m de largo y 8 de ancho con una pendiente media del 11%. Están basadas en el dis-

ño de tanques colectores conectados con partidores de caudal. Durante los años hidrológicos 2002-03 y 2003-04 dos parcelas estuvieron operativas, y desde el año hidrológico 2004-05 las parcelas operativas han sido seis, dos bajo manejo de laboreo convencional como se entiende en la zona de estudio, y cuatro con diversas alternativas de manejo con cubierta vegetal. Una descripción más detallada del área de estudio y las parcelas de escorrentía aparecen en Gómez et al. (2009)

El manejo denominado *Laboreo Convencional* (LC) consiste en el control de la vegetación adventicia en las calles del olivar mediante un pase superficial del cultivador entre 2 y 3 veces a lo largo de la campaña, que se efectúa cuando el propietario de la finca cree conveniente por el crecimiento de la vegetación en las calles. El manejo denominado *Cubierta Vegetal* (CV) consiste en el mantenimiento de una cubierta vegetal en la calle del olivar de 4 m de ancho. En ambos tratamientos la línea de árboles se mantiene libre de vegetación mediante la aplicación periódica de herbicida.



Figura 2: Vista del olivar de Santa Marta y de una de las parcelas de escorrentía.

Figura 3: Vista de los tres tratamientos en abril de 2010. De izquierda a derecha cubierta de ballico, laboreo y cubierta de mezcla.



Hasta el año hidrológico 2008-09 las cuatro parcelas con cubierta vegetal se implantaron sembrando ballico (*Lolium rigidum* o *L. multiflorum* dependiendo de las disponibilidades de semilla ese año). Esta cubierta fue sembrada cada dos años a finales de octubre tras la recolección de la aceituna, recibiendo una fertilización en otoño de 50 UF de N. Esta cubierta es segada químicamente con herbicida de contacto durante el mes de abril (la fecha dependiendo de la pluviometría del año) dejándose una banda central sin segar para favorecer la autosiembra el año en que no se siembra la cubierta. Hasta el año 2006 se utilizó para la siega química de la cubierta en la calle un herbicida compuesto por paraquat 12%+diquat 8% (marca comercial Gramoxone Plus®) y desde esa fecha glifosato 36% (marca comercial Touchdown Premium®). Desde el año 2009-10 dos de las parcelas con cubierta vegetal han sido sembradas con una mezcla de semillas seleccionada para aumentar la biodiversidad floral y de fauna de artrópodos beneficiosa para el control de plagas de olivar. La Figura 3 ofrece una vista de los tres tratamientos.

Durante los años hidrológicos 2003-04 a 2006-2007 las muestras de sedimento fueron analizadas para determinar su textura y su contenido de carbono, nitrógeno orgánico, y fósforo y potasio disponible. Desde el año 2009-10 las muestras de sedimento están siendo analizadas para determinar su textura y contenido de carbono y fósforo total. Igualmente entre los años 2003-04 a 2006-07 las muestras de escorrentía se analizaron para determinar su concentración de fósforo y potasio soluble, y de $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$. A partir del año 2009-2010 las muestras de escorrentía están siendo analizadas de nuevo para determinar su concentración de fósforo total y carbono orgánico disuelto.

Durante el año 2005-06 se evaluaron en calles adyacentes del olivar diferentes alternativas de cubierta vegetal basadas en tres gramíneas diferentes sembradas: *Lolium rigidum*, *Lolium multiflorum* y *L. dactylo*, segadas químicamente con herbicida, y la vegetación natural

existente en la finca manejada con desbrozadora. En invierno de 2005 se hizo una caracterización completa de las propiedades de suelo en sus primeros 20 cm de profundidad en las parcelas originales implantadas en el año 2002, una en LC y otra CV, que se ha vuelto a repetir en el verano de 2009.

En el año hidrológico 2009-10 se amplió el experimento para evaluar tres alternativas de manejo con cubierta con el fin de mejorar el hábitat para aumentar la fauna de artrópodos beneficiosa para el olivar. Estos manejos fueron, además de la siembra de ballico y de la mezcla de una docena de diferentes especies, el sistema de cubierta natural existente en la finca manejada con desbrozadora a lo largo del otoño invierno, una práctica usada por el propietario de la finca fuera de nuestras zonas experimentales. En abril de 2010 se hicieron los primeros muestreos, mediante aspiración y con trampas de caída, para determinar la composición de la artropodofauna en los tres sistemas. Simultáneamente se estudió la composición de la flora en los tres tratamientos.

Resultados más relevantes

La Figura 4 representa la escorrentía anual medida en las parcelas en cada tratamiento en las parcelas de escorrentía frente a la lluvia de ese año, ambos en l m^{-2} . En ella se puede apreciar como la cubierta vegetal de gramíneas tiende sistemáticamente a generar menos escorrentía que el sistema de laboreo, aunque estas diferencias varían apreciablemente año a año. Hay varios factores que explican esas diferencias entre años. Uno de ellos es en la distribución de las lluvias y su momento con respecto al cultivo. Así, los años en que ha llovido intensamente sobre la parcela recién labrada cuando en ese momento la parcela de cubierta disponía ya de una cubierta implantada las diferencias se acentúan, mientras que disminuían si las lluvias ocurrían cuando la parcela de cubierta estaba recién implantada o al final del segundo año cuando ya había zonas consolidadas y sin proteger por la cubierta. Este es uno de los motivos por lo que son ne-

Tabla 1: Pérdida de nutrientes disueltos en el agua de escorrentía durante los años 2003-2007. En los años con repeticiones (2005/06 y 2006/07) las letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas con $P > 0.99$, en negrita, o $P > 0.90$, en itálica.

Año	N orgánico		C orgánico		P disponible		P disponible	
	LC	CV	LC	CV	LC	CV	LC	CV
kg ha⁻¹ año⁻¹								
2003/04	49.4	0.72	404.	7.42	0.86	0.01	6.62	0.08
2004/05	1.61	1.08	21.7	10.5	0.05	0.06	0.32	0.24
2005/06	4.65a	0.22a	40.9a	1.84a	0.04a	0.004a	0.60a	0.03a
2006/07	25.4a	0.56b	470.a	5.44b	0.31a	0.014b	1.95a	0.04b
Promedio	20.3	0.65	234.	6.31	0.32	0.02	2.37	0.10

cesarios ensayos a largo plazo. Sin ellos no seríamos capaces de capturar esta variabilidad, y de entender qué diferencias podemos realmente esperar entre los diferentes sistemas de manejo de manejos y cómo varían en función de las circunstancias. En promedio, durante estos siete años la cubierta vegetal redujo el coeficiente de escorrentía a la mitad con respecto al laboreo, 6.6 y 13.7 % para CV y LC respectivamente, eso es una diferencia promedio de 39 l m⁻² por año. Aún es pronto para evaluar el efecto de la cubierta con mezcla ya que llevamos un solo año y éste ha sido especialmente lluvioso. Para un año de este tipo ha presentado pérdidas ligeramente superiores en promedio a los otros dos tratamientos, aunque estas diferencias no son estadísticamente significativas.

La Figura 5 presenta la pérdida de suelo anual recogida en los tanques colectores situados al final de las parcelas para cada año en t ha⁻¹. En esa figura resulta evidente la reducción de la pérdida de suelo en el sistema de manejo con cubierta vegetal frente a sistema de laboreo. De nuevo, existe una gran variabilidad entre años debido a la interacción entre precipitación y cobertura y estado del suelo y momento de las tormentas. El sistema con cubierta sólo presentó pérdidas de suelo elevadas en el año 2009-2010 en el que tuvimos un invierno y primavera muy lluviosos

que ocasionaron daños importantes en olivares de la región, Figura 1. En el conjunto de estos siete años las pérdidas de suelo acumuladas por erosión hídrica en ambos sistemas han sido de 12.2 y 217 t ha⁻¹ para CV y LC respectivamente. En otras palabras en este olivar la cubierta vegetal ha supuesto el evitar la pérdida de aproximadamente 205 toneladas por hectárea de suelo fértil, más o menos 1.5 centímetros de suelo.

Las medidas efectuadas durante los años 2003-2007, que ahora se están ampliando en el caso del fósforo total y carbono orgánico, nos han permitido evaluar en que pérdidas de nutrientes se traducen esas pérdidas de suelo y escorrentía., que aparecen resumidas en las Tablas 1 y 2.

Como puede verse las parcelas con cubierta vegetal tendieron a reducir las aportaciones de nutrientes disueltos en agua, aunque normalmente de forma moderada y no siempre de manera estadísticamente significativa. Esas diferencias se debieron a la reducción en escorrentía total en las parcelas con cubierta, que compensaron la tendencia a una concentración ligeramente superior en la escorrentía proveniente de las parcelas con cubierta con respecto a las labradas, datos de concentración no mostrados pero disponibles en Gómez et al., 2009. Igualmente el manejo con cubierta vegetal redujo de manera drástica las pérdidas

Tabla 2: Pérdida de nutrientes adsorbidos en el sedimento arrastrado por la de escorrentía durante los años 2003-2007. En los años con repeticiones (2005/06 y 2006/07) las letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas con $P > 0.99$, en negrita, o $P > 0.90$, en itálica.

Año	NO ₃ -N		NO ₂ -N		P disuelto		K disuelto	
	LC	CV	LC	CV	LC	CV	LC	CV
kg ha⁻¹ año⁻¹								
2003/04	2.05	1.23	-	-	0.34	0.09	4.57	3.27
2004/05	0.46	3.67	-	-	0.16	1.08	0.60	2.34
2005/06	1.11a	0.65a	0.04a	0.01b	0.02a	0.02a	1.80a	0.62a
2006/07	9.51a	1.43b	0.07a	0.01b	0.25a	0.13b	4.80a	0.77b
Promedio	3.28	1.75	0.06	0.01	0.19	0.33	2.94	1.75

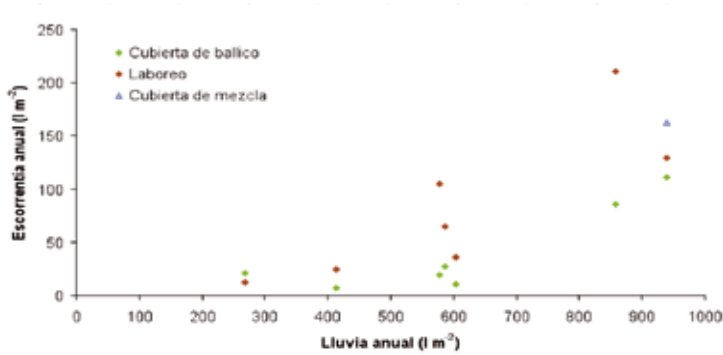


Figura 4: Escoorrentía y lluvia anual para los diferentes tratamientos.

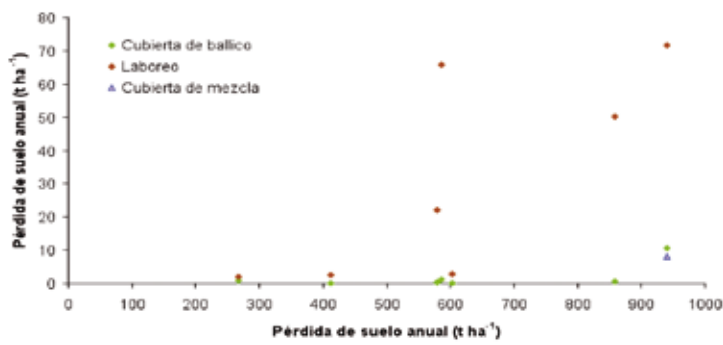


Figura 5: Erosión hídrica y lluvia anual para los diferentes tratamientos.

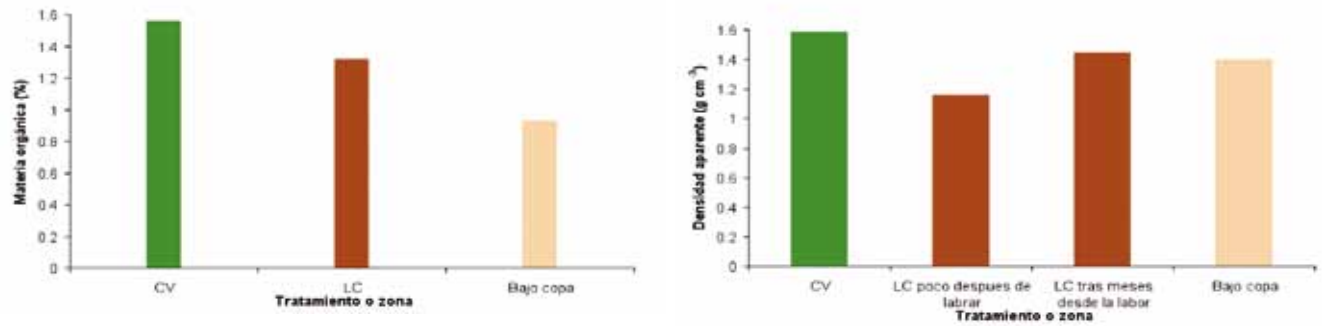


Figura 6: Materia orgánica (izquierda) y densidad aparente (derecha) en los primeros 10 cm del suelo en Agosto de 2009.

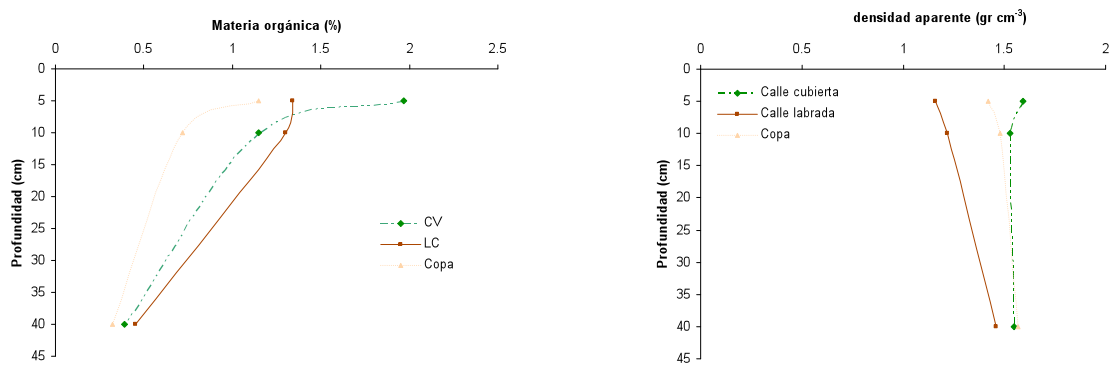


Figura 7: Distribución en el perfil del suelo la materia orgánica (izquierda) y densidad aparente (derecha) en Agosto de 2009.

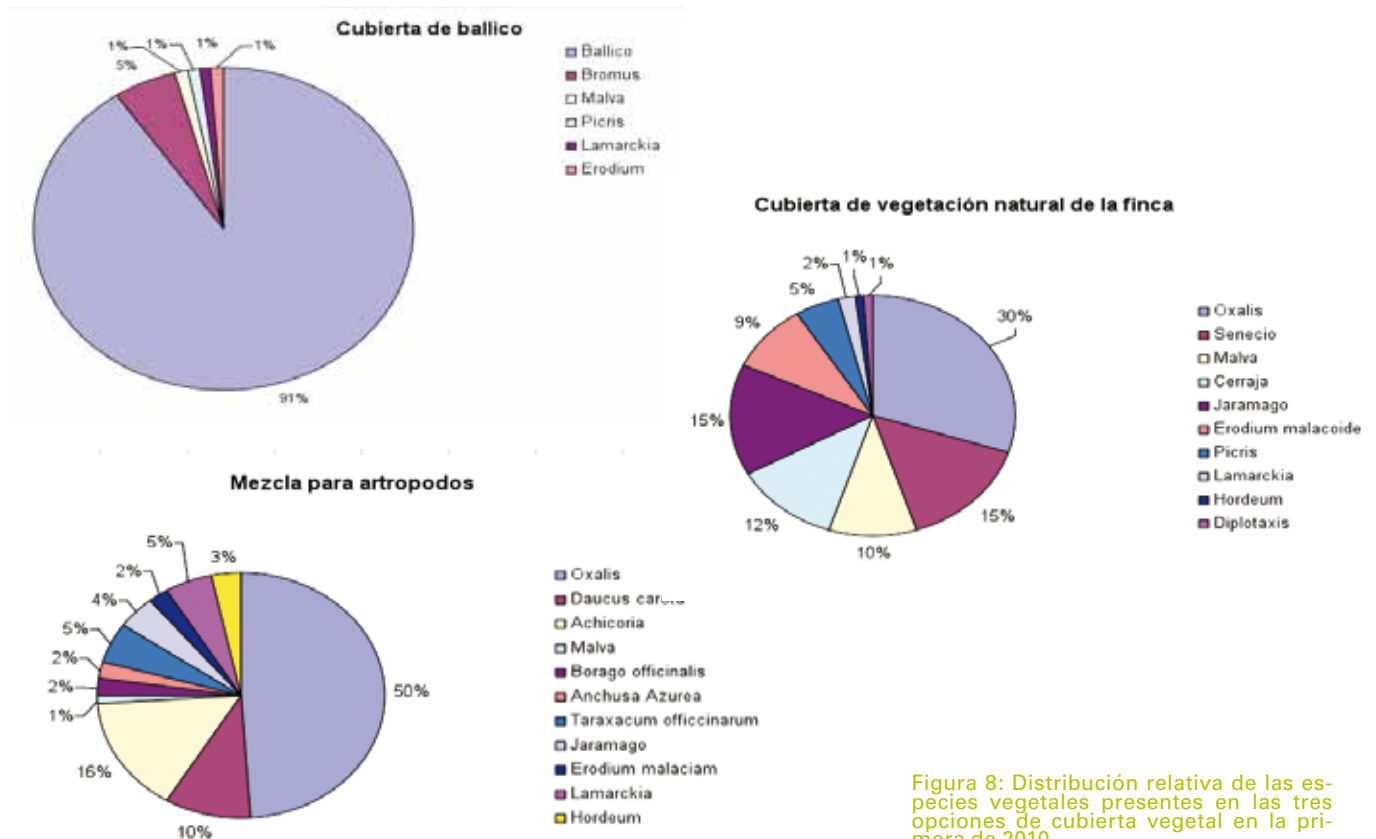


Figura 8: Distribución relativa de las especies vegetales presentes en las tres opciones de cubierta vegetal en la primera de 2010.

de nutrientes y carbono orgánico en el sedimento. Eso fue debido sobre todo a la menor pérdida por sedimento en el manejo con cubierta, como se muestra en la Figura 2, que compensó que el sedimento proveniente de las parcelas con cubierta tuviera una mayor concentración de nutrientes y carbono orgánico que la proveniente de las parcelas labradas. En el promedio de esos cuatro años, la concentración de nutrientes y materia orgánica en el sedimento proveniente de las parcelas labradas fue aproximadamente la mitad que en el sedimento proveniente de las parcelas con cubierta, datos no mostrados aquí pero que aparecen en Gómez et al. 2009.

Después de siete años consecutivos de manejos diferenciados, el suelo superficial de las calles del olivar tiende a tener un mayor contenido de materia orgánica que las calles labradas y que el suelo bajo las copas que se mantiene permanentemente desnudo, Figura 6. Igualmente, el suelo superficial de las calles de las cubiertas está más consolidado que el suelo bajo las copas y que el de las calles labradas en el que oscila debido a las labores Figura 6.

Las calles con cubierta vegetal presentan una estratificación diferente de algunas propiedades de suelo, como materia orgánica o densidad aparente. Así, aunque la densidad aparente tiende a aumentar con la profundidad en las parcelas labradas o bajo las copas, en las de cubierta, debido a la elevada consolidación en superficie no se aprecia, Figura 7. Las parcelas labradas también presentan una elevada estratificación de la materia orgánica en los primeros 5 cm del suelo, lo que hace que la reducción de su contenido con la pro-

fundidad, presente en las calles de los dos sistemas y en la zona bajo las copas sea más acusada para llegar a valores similares a 40 cm de profundidad, Figura 7.

En este ensayo se han evaluado diferentes tipos de cubiertas vegetales. Además de las dos descritas anteriormente, ballico y mezcla de semillas se ha evaluado el manejo que hace el agricultor consistente en un desbroce periódico de la vegetación natural de la finca en invierno y primavera, y ocasionalmente en otoños muy lluviosos.

La Figura 8 permite comparar las especies y su abundancia relativa, por superficie cubierta, en los tres tratamientos antes descritos a partir de medidas efectuadas en abril de 2010. En ella puede apreciarse como los manejos con mezcla y de vegetación natural de la finca son más diversos desde el punto de vista vegetal que la cubierta de gramíneas.

En la misma fecha, abril de 2010 poco antes de desbrozar o segar químicamente las cubiertas, se efectuaron las primeras medidas para determinar la composición y estructura de las poblaciones de artrópodos beneficiosos en los tres tipos de cubierta. Mediante las técnicas de aspiración y trampas de caída se capturaron un total de 920 depredadores y 167 parasitoides.

El número total de depredadores capturado fue ligeramente diferente en los tres tipos de cubierta vegetal (Figura 9), aunque los parasitoides destacaron en la cubierta de ballico.

Respecto a los depredadores hay que indicar que los grupos más abundantes fueron el de las arañas y las hormigas. Estas últimas predominaron en la cu-

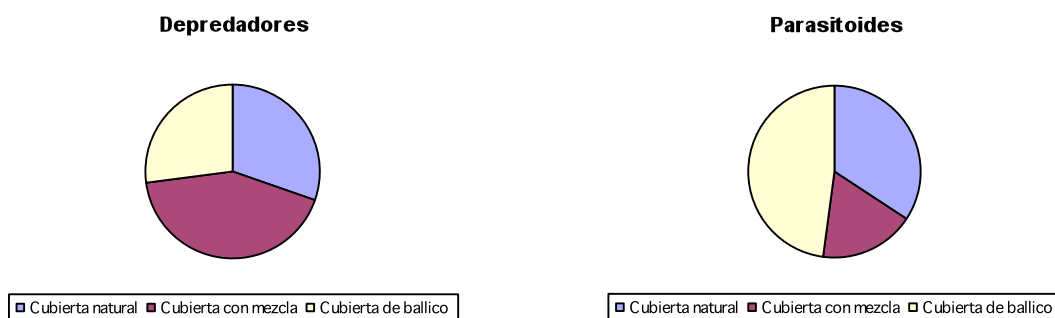


Figura 9: Distribución de depredadores y parasitoides en los distintos tipos de cubierta vegetal.



Figura 10: Distribución de las arañas y las hormigas en los tres tipos de cubierta vegetal.

bierta con mezcla, mientras que las arañas lo hicieron en la cubierta natural (Figura 10).

Discusión

Este ensayo es un buen ejemplo de cual puede ser el impacto del manejo con cubierta vegetal en un olivar comercial con respecto al laboreo a medio plazo, y extraer algunas conclusiones que han de ser matizadas por las particularidades del olivar ya que no pueden ser generalizadas directamente. En primer lugar resulta evidente que el manejo con cubierta, tal y como se ha planteado en el ensayo cubriendo prácticamente toda la calle del olivar, permite reducir las pérdidas de suelo a valores que podrían considerarse sostenibles, con una media cercana de $1.7 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ en un periodo de 7 años que incluye uno de los años más lluviosos desde que hay registros. Esto contrasta con las pérdidas observadas en el manejo con laboreo convencional, que es no lo olvidemos un laboreo ligero efectuado con cultivador limitado a los primeros 10-15 cm centímetros de suelo y efectuado entre 2-3 veces al año. En este segundo sistema se ha perdido una media de $31 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ un orden de magnitud superior y lejos de ser sostenible. No puede serlo un sistema que en 7 años pierde 217 t ha^{-1} como ocurre en este olivar cuando se labra. Conviene en este punto hacer dos reflexiones. La primera que este olivar se encuentra en una zona que presenta un riesgo de erosión que no es especialmente elevado comparado con otras comarcas olivereras (ver mapas de ese análisis en Gómez y Giráldez, 2009). La segunda es que este olivar se encuentra en un hiervalo de pen-

diente en que si el agricultor no usara herbicida bajo la copa no tendría obligación de usar cubierta vegetal para controlar la erosión de acuerdo a la actual normativa agroambiental general derivada de la política agraria comunitaria en Andalucía. Los resultados experimentales mostrados en este artículo, combinados con otras indicaciones cómo, por ejemplo, el análisis con modelos presentado en Gómez y Giráldez (2009), o las observaciones que cualquier de nosotros puede hacer en algunos olivares (véase como ejemplo la Figura 1), recuerdan que es perentorio ampliar el grado de protección del suelo (usando entre otras técnicas las cubiertas vegetales) en olivares por debajo de ese intervalo de pendiente que varía entre en 10-15% dependiendo de donde este ubicado o su manejo, por ejemplo si está situado en cuenca vertiente de embalses o si se usa herbicida para mantener el suelo desnudo bajo la copa. Esta necesidad es algo que algunos sistemas de certificación, como por ejemplo el sistema de producción integrada, ya lo han reconocido.

Otro resultado de interés es la evaluación de la reducción de la escorrentía superficial en olivar con el uso de las cubiertas vegetales en nuestro olivar. Resulta evidente que esta es muy importante (aproximadamente del 50%) pero también que la escorrentía proveniente del olivar con cubierta en nuestro ensayo sigue siendo apreciable, véase la Figura 1. No es posible extrapolar estos resultados directamente a olivares situados en otras condiciones, pero si es posible hacer algunas reflexiones. La primera es recordar que este olivar se encuentra en un suelo poco susceptible a la compactación en el que además la recolección al

Figura 11: Olivar con cubierta vegetal insuficiente.



efectuarse relativamente pronto en otoño, a diferencia de lo que ocurre en olivares de aceite, no suele hacerse sobre suelo húmedo y emplea maquinaria menos pesada (en este caso la aceituna se ordeña y no se vibra). Sería, digamos, una situación óptima para aprovechar el potencial de las cubiertas vegetales para reducir la escorrentía, y este ensayo nos da idea de cual puede ser ese potencial máximo. Estas parcelas se integraron en un proyecto más amplio, en los que se ha evaluado el efecto de cubiertas vegetales en cultivos leñosos mediterráneos en diferentes condiciones de suelo en Francia, Portugal y España. El análisis integrado de estos resultados (en un artículo en preparación Gómez et al., 2010) indica que en condiciones más extremas: como son suelos duales con un horizonte de permeabilidad limitada cerca de la superficie, o condiciones difíciles de implantación de las cubiertas (algo no infrecuente en muchos olivares y del lo que hablaremos más adelante), esas reducciones de escorrentía superficial con respecto al sistema labrado pueden ser mucho más pequeñas o inexistentes. El uso de cubiertas vegetales en olivar, sobre todo si se trata de un olivar de secano, requiere un manejo adecuado del balance de agua para evitar competencia con el árbol. Plantear este balance de agua de acuerdo a un escenario realista, en el que podamos estimar cual puede ser el efecto de nuestras cubiertas sobre el aumento de la infiltración en función de nuestro suelo y manejo de la misma es importante. Trabajos como el aquí presentado, o los otros mencionados, son los que pueden proporcionar la información que suplementada con la proporcionada por modelos de simulación pueden permitir discernir cuales son esos escenarios de reducción de la escorrentía.

Nuestros resultados han mostrado cómo el agua y sedimento proveniente del olivar con cubiertas vegetales tienden a presentar un mayor enriquecimiento en nutrientes y materia orgánica, que es compensando por las menores pérdidas en escorrentía y sedimento a la hora de determinar que sean las parcelas labradas

las que presenten mayores pérdidas de estos elementos. De nuevo resulta imposible extrapolar resultados directamente, pero si ofrece perspectiva sobre lo que podemos esperar del manejo con cubiertas a la hora de reducir los aportes de nutrientes a aguas superficiales y las pérdidas de carbono de nuestro suelo. Disueltos en escorrentía parece claro que está relacionado con la magnitud de las diferencias en escorrentía, y en nuestra opinión sólo debemos esperar reducciones significativas cuando las reducciones en escorrentía lo sean. En el trabajo antes citado comparando diversos ensayos (Gómez et al., 2010) esta relación se aprecia claramente. Igualmente ocurre con las pérdidas en sedimentos, aunque la reducción de las pérdidas de suelo al usar una cubierta con respecto al laboreo es mucho mayor que la reducción producida sobre la escorrentía (ver revisiones en Gómez y Giráldez 2009) por lo que en general deberíamos esperar menores pérdidas pero con sedimento más enriquecido en nutrientes y materia orgánica.

El mayor enriquecimiento del sedimento proveniente de las parcelas con cubierta con respecto a las labradas se entiende mejor cuando observamos que el uso continuado de las cubiertas vegetales ha resultado en un aumento en superficie de los contenidos de materia orgánica (Fig. 7) y nutrientes (datos no mostrados). No obstante en nuestro ensayo ese aumento se concentra en los primeros centímetros de la superficie: Actualmente seguimos desarrollando trabajos para determinar con mayor precisión cual es el impacto de estos manejos sobre el contenido total de nutrientes y, en especial, materia orgánica en suelos de olivar debido al uso de cubiertas aunque en nuestro olivar nuestros resultados a medio plazo sugieren que la mejora con la cubierta debe ser moderada al estar concentrada sobre todo en los primeros centímetros del perfil del suelo.

Un aspecto en el que se ha hecho un especial esfuerzo desde el principio del proyecto ha sido el permitir que las parcelas estén sometidas al mismo tráfico

y manejo que el agricultor somete al resto de las parcelas, de ahí su tamaño y diseño. La observación del mismo, y la comparación con otros ensayos o trabajos realizados por los autores en olivares situados en otras zonas de Andalucía nos obliga a recordar al lector que se trata de un olivar de verdeo, que se somete a menos tráfico y que además se cosecha antes de la fecha ideal de siembra de la cubierta, lo que nos proporciona las condiciones óptimas para implantar una cubierta en las calles de un olivar, algo que no siempre es fácil lograrlo en otras condiciones. La Figura 11 muestra una imagen típica de algunos olivares en los que se ha intentado dejar cubierta en las calles pero un manejo inadecuado, combinado con la consolidación y daños debidos al tráfico intenso resulta en una cobertura inadecuada.

No hemos encontrados trabajos en los que se detalle el estado de las cubiertas vegetales implantadas en olivar en olivares comerciales, aunque sería interesante un estudio detallado de las inspección derivadas de la normativa agroambiental obligatorias para evaluar el estado de las cubiertas, pero imágenes como la de la Figura 11 no son infrecuentes, y desde luego muchos de los olivares con cubiertas no presentan el grado de cobertura de suelo que presentan las calles de nuestras parcelas experimentales, véase la Figura 3. Igual que resulta perentorio expandir el uso de las cubiertas vegetales, lo es, y posiblemente más aún el expandir el manejo correcto de la finca para proporcionar la mayor cobertura de suelo posible. Esto no es fácil, ya que hay que combinar actuaciones perentorias en el olivar como son la recolección, tráfico derivado de operaciones de manejo, etc... Los autores de este artículo creemos que este es un tema en el que aun queda camino por recorrer, con aspectos específicos por resolver mediante proyectos de colaboración y demostración en fincas comerciales. Aunque escapa al objetivo de este artículo detallar cómo deberían ser esos futuros avances, parece claro que es necesario armonizar el manejo conjunto de la finca para ser realmente efectivos en producir y en conservar el suelo, en la línea de los conceptos explicados con más detalles en Gómez y Giráldez (2009).

Otra de las líneas emergentes en los últimos años es el combinar el manejo de las cubiertas vegetales no sólo para la conservación del suelo, algo en lo que se ha avanzado significativamente, si también con la mejora de la biodiversidad y de la fauna beneficiosa para potencial el control biológico en el olivar. Ensayos como el aquí presentado permiten construir sobre una base sólida para conjugar los aspectos medioambientales, que son varios e interrelacionados entre sí como hemos podido ver por ejemplo en los resultados preliminares sobre biodiversidad de artrópodos, con mantener la capacidad productiva de nuestras explotaciones- ●

● Agradecimientos

Este trabajo ha recibido el apoyo continuado de Syngenta desde sus inicios en el año 2002 a través de los proyectos ProTerra I y II y Biosuelo. Desde al año 2009 algunas medidas adicionales han sido posibles gracias al los proyectos P08-AGR-03643, RESEL, y fondos FEDER.

● Referencias

Beaufoy G. 2001 EU policies for olive farming. Unsustainable on all counts. BirdLife Internacional-WWF. Disponible libremente en: <http://www.wwf.org.uk/filelibrary/pdf/oliveoil.pdf>

Gómez J A, Giráldez J V, Vanwallegghem T. 2008. Comments on "Is soil erosion in olive groves as bad as often claimed?" by L. Fleskens and L. Stroosnijder. *Geoderma* 147: 93-95.

Gómez J A, Guzmán M G, Giráldez J V, Fereres E. 2009. The influence of cover crops and tillage on water and sediment yield, and on nutrient, and organic matter losses in an olive orchard on a sandy loam soil. *Soil & Tillage Research* 106: 137-144

Gómez J A & Giráldez J. 2009. Erosión y degradación de suelos. En *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*, pp. 45–86. Ed. J A Gómez. Junta de Andalucía. Sevilla. Edición electrónica disponible libremente en: <http://hdl.handle.net/10261/24985>

Gómez J A., Llewelyn, C., Basch, G. Sutton, P.B., Dyson, J.S., Jones, C.A. 2010. Comparisons of the effects of cover crops and conventional tillage on soil and runoff losses in vineyards and olive groves in several Mediterranean countries En preparación.

● ¹ Instituto de Agricultura Sostenible CSIC. Alameda del Obispo s/n, 14080 Córdoba, España.

● ² Estación Experimental del Zaidín. C/ Profesor Albareda 1. 18008 Granada, España.

● ³ Dpto. de Agronomía. Univ.de Córdoba. Campus de Rabinales. 14071 Córdoba, España.

* email: josegomez@ias.csic.es
fax: 957-499-252