

Comparación de sistemas de manejo de suelo en olivar en ensayos de simulación de lluvia

El objetivo de este estudio es comparar la influencia de dos sistemas de manejo de suelo utilizados en olivar, cubierta vegetal y laboreo convencional, en la generación y calidad de las aguas de escorrentía y la erosión asociada a estos fenómenos. Se parte de la convicción de que la cubierta vegetal, al reducir el flujo superficial y la pérdida de suelo, ha de disminuir en principio la contaminación de las aguas superficiales.

Márquez, F. ⁽¹⁾; Ordóñez, R. ⁽²⁾; Repullo, M. ⁽¹⁾; Carbonell, R. ⁽²⁾ y Rodríguez, A. ⁽¹⁾

El manejo efectuado al suelo es una de las variables clave para determinar la pérdida de suelo, agua y nutrientes en los procesos de erosión-escorrentía (Catt et al., 1998). Los olivares implantados en Andalucía se hallan en muchos casos situados en zonas muy abruptas, como demuestra el hecho de que el 36% de la superficie de este cultivo se enclave en zonas con más de un 15% de pendiente (CAP, 2003). El olivo es un cultivo leñoso que en muchos casos otorga una escasa protección al suelo, habitualmente inferior al 35% en plantaciones convencionales, aunque en los últimos años el incremento de rentabilidad de este cultivo respecto a otras alternativas ha propiciado su expansión en áreas más llanas y con marcos de plantación reducidos.

Por otra parte, el clima mediterráneo, propio de la zona, se caracteriza por la presencia de dos periodos claramente diferenciados, el primero frío y húmedo, que concentra el 80% de las precipitaciones, y el segundo cálido y seco; así como por la ocurrencia de eventos tormentosos de alta intensidad y corta duración que pueden dar lugar a importantes pérdidas de suelo. La presencia de cubierta vegetal puede ser una solución para este problema, pues el freno que supone a la pérdida de suelo genera una reducción en el transporte de nutrientes y contaminantes.

La implantación de sistemas conservacionistas, como las cubiertas vegetales en el olivar, al reducir la pérdida de agua y suelo (Espejo-Pérez et al., 2005), contribuye al mantenimiento de la fertilidad y a la menor contaminación de las aguas superficiales, pues el N y P ligados a la escorrentía y al sedimento son una fuente contaminante de las aguas a largo plazo. Finalmente, no debemos olvidar que la mayoría del olivar es de secano, por lo que conviene evaluar el consumo de agua por la hierba viva, que puede originar importantes

mermas en la producción si no se realiza un manejo adecuado.

1. Descripción de las parcelas y sistema de recogida de datos.

a) Descripción de las parcelas de ensayo

Las parcelas de estudio están situadas en la finca experimental del C.I.F.A. de Córdoba "Alameda del Obispo". El suelo se encontraba inicialmente cubierto por diversas especies de malas hierbas, principalmente amapola (*Papaver rhoeas*) y avena loca (*Avena barbata*), que fueron desbrozadas.

La figura 1 muestra una panorámica de las parcelas, que tienen forma rectangular y unas dimensiones de 10x2,5 m². Están situadas en una ladera con una pendiente del 15%. Se han delimitado con una chapa de acero galvanizado de



Figura 1. Vista general de la zona del simulador

30 cm anclada en el terreno a unos 10 cm de profundidad, para evitar la entrada de escorrentía exterior. En la parte inferior de la parcela hay un canal colector también de chapa galvanizada que recoge el agua de escorrentía. Tiene una ligera pendiente (aproximadamente 1%) y conduce el agua, mediante una tubería, hacia un dispositivo aforador.

Las características del suelo en superficie, 0-2 cm, se reco-gen en la tabla siguiente:

M.O. %	pH H ₂ O	pH Cl ₂ Ca	% arena	% limo	% arcilla	TEXTURA
1,59	8,15	7,6	11,1	33,2	55,7	Arcillosa

Tabla 1. Características del suelo de las parcelas de ensayo

b) Descripción del simulador de lluvia

Se dispone de una serie de aspersores sectoriales, que se pueden distribuir de varias formas ya que el diseño tiene tres ramales –figura 2- (uno a cada lado de los dos pares de parcelas, de las que sólo se han utilizado 3) con tres orificios cada uno para enganchar la goma de un aspersor, de manera que tapando alguno de los tres orificios tendríamos la posibilidad de colocar 1, 2 ó 3 aspersores en cada ramal, que dispone de una llave de paso que permite regular la apertura variando la presión y el caudal.

En la tubería principal se ha instalado un manómetro de 1 MPa de presión, así como en uno de los ramales. Aguas arriba de la tubería porta-ramales hay colocado un contador totalizador. Se utilizaron dos tipos de aspersores sectoriales con deflector de cobertura regulable.

c) Diseño experimental

Se ha realizado una comparación entre distintos sistemas de manejo de suelo: cubiertas vegetales vivas en olivar y laboreo convencional, empleando además en los distintos sistemas dos intensidades distintas de lluvia simulada. El objetivo es evaluar la pérdida de agua, suelo y nutrientes (N y P).

Se han realizado experimentos en tres parcelas, dos de

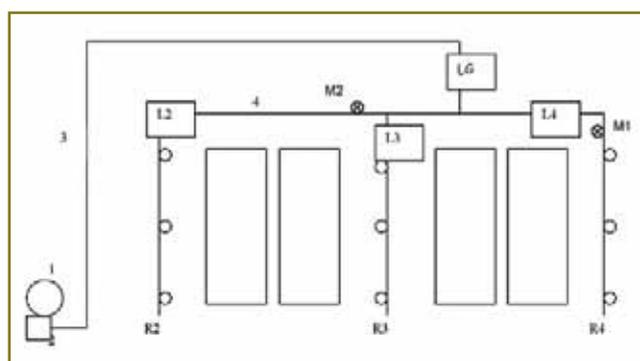


Figura 2. Esquema del simulador

- 1. Aljibe
- 2. Caseta de la bomba
- 3. Tubería 60 mm diámetro
- 4. Tubería 50 mm diámetro
- R2, R3, R4 Ramales
- M1, M2 Manómetros
- LG, L2, L3, L4 Llaves de paso
- Aspersores

ellas con cubierta vegetal y otra más labrada. En el centro de la calle de las parcelas bajo agricultura de conservación, se procedió a la siembra de una cubierta con 4 m de anchura, utilizando cebada de primavera de 2 carreras, de ciclo corto, variedad nure, con una dosis de siembra de 175 kg/ha. Fecha de siembra: 24 enero 2007. En el sistema de laboreo se aplicó el apero a toda la superficie.

La distribución de las parcelas de ensayo se aprecia en la

figura 3.

En la parcela A1 se aplicó una lluvia simulada de baja intensidad, aproximadamente 12,5 mm/h, mientras que en las parcelas A2 y A3 se aplicó una intensidad alta, aproximadamente 25 mm/h.

d) Realización de las simulaciones

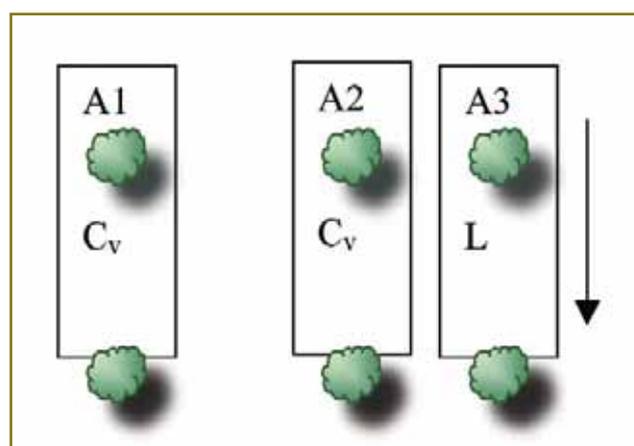


Figura 3. Esquema de las parcelas de ensayo. CV: cubierta vegetal. L: laboreo

Se han realizado 4 simulaciones: 11-19 de Abril, 16-21 de Mayo, 6-8 de Junio y 20-22 de Junio, una vez la cebada había alcanzado cierto desarrollo vegetativo. Entre la simulación de Mayo y la de principios de Junio se desbrozó la cubierta vegetal y se labró la parcela de laboreo.

En cada simulación se ha evaluado la concentración inicial de fósforo disponible en el suelo, evolución temporal de la pérdida de suelo, agua, nitrato, P soluble y P biodisponible en escorrentía con toma de muestras espaciadas en el tiempo. En campo, y tras la toma de muestras, se procedía al inmediato filtrado de las muestras y posterior almacenamiento en cámara frigorífica.

2. Resultados y discusión

La figura 5 muestra los resultados obtenidos en los ensayos de simulación en la pérdida de suelo y agua. Como se



Figura 4. Parcelas 3 (labrada), y parcela 2 (con cubierta vegetal desarrollada). 12 de Marzo de 2007

observa, el efecto de la cubierta vegetal ha sido positivo en ambas variables, aunque algo más notable en la reducción de la tasa de pérdida de suelo.

La cubierta vegetal ha reducido la pérdida de suelo un 86,9% de media respecto al laboreo convencional, y un 80,3% si se compara con respecto a la misma intensidad. Estos valores han resultado ligeramente menores en el caso de la escorrentía, de un 78,2%.

Los resultados son coincidentes con otros investigadores en parcelas fertilizadas de almendro y olivar. Así, Francia et al. (2000) indican que el uso de cubiertas vegetales en olivar reduce drásticamente la erosión, aumentando la infiltración y disminuyendo la escorrentía. AEAC/SV (2003), en experimentos de campo realizados en Andalucía (España) a partir

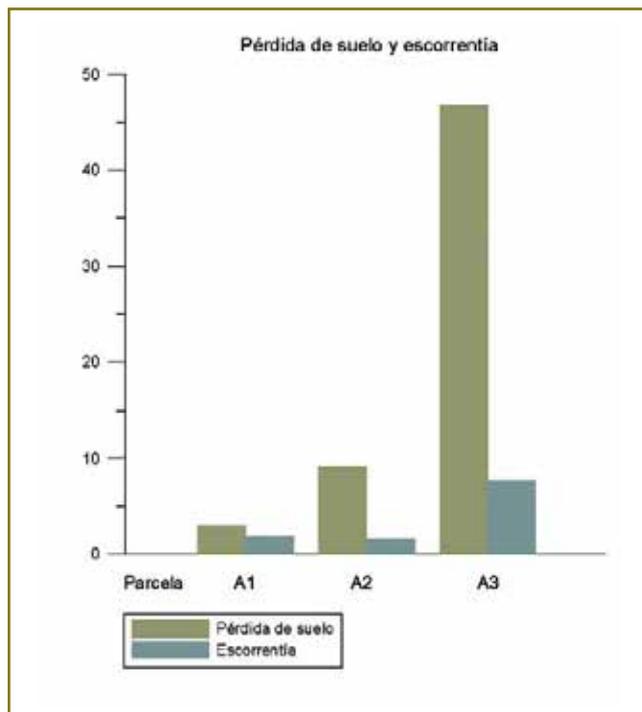


Figura 5. Pérdida de suelo y agua en las parcelas de simulación

de Enero de 2003, obtuvo resultados favorables al uso de cubiertas vegetales en olivar, que redujeron la escorrentía respecto al laboreo convencional en un 28,6% y la pérdida de suelo en un 71,3% con precipitación natural. Martínez-Raya et al. (2001), en parcelas cerradas con cultivos de almendro y pendientes del 35%, evaluaron la importancia de la cobertura del suelo en base a distintas cubiertas, concluyendo que, de entre las estudiadas, la especie con menor protección del suelo es la que originaba mayor erosión y escorrentía, 13 y 3 veces superior a las otras 2 especies utilizadas. Rodríguez-Lizana et al. (2005) indicaron reducciones de escorrentía en la mayoría de los ensayos de una red de ocho parcelas experimentales. Espejo-Pérez et al. (2007), comparando laboreo convencional y cubierta vegetal, indicó la importancia de conservar coberturas del 30-40%, obteniendo en los ensayos reducciones medias en la pérdida de suelo de entre el 46 y el 90% en parcelas experimentales de olivar distribuidas por la región andaluza. Finalmente, Martínez-Raya et al. (2007), con cubierta vegetal de cereal en pendientes del 30%, registró reducciones del 63% en la pérdida de suelo.

Por otra parte, el efecto beneficioso de las cubiertas vegetales en la reducción de los principales contaminantes del agua a efectos eutrofizantes (N y P) ha sido beneficiosa, tanto en N y P solubles como en P biodisponible, como se observa en las figuras 6 y 7.

La reducción media obtenida con la cubierta vegetal de cebada implantada en los ensayos realizados ha sido del 77% en el caso de nitrato soluble y del 76% en el P soluble. Aunque el conocimiento del efecto del sistema de manejo de suelo sobre la pérdida de N y P en un agroecosistema es tema de interés tanto por el ahorro de inputs que supone en la explotación agrícola como por la disminución de la contaminación y eutrofización ambiental a que puede conducir, apenas existen estudios al respecto.

De esta forma, son numerosos los estudios de pérdida de P en disolución en distintos cultivos (Douglas et al., 1998; Díaz, 2002), pero casi inexistentes en el olivar, en el que el nitrato se erige como principal contaminante de las aguas de escorrentía por las prácticas convencionales de fertilización, que se basan en un abonado exclusivamente nitrogenado la mayoría de las veces, aplicado a final de invierno-principios de primavera, y que en muchas ocasiones permanece en superficie hasta que la lluvia lo infiltra en el perfil, haciéndolo aprovechable para la planta. Con todo, el P está considerado como el elemento limitante para el inicio de la eutrofización en la mayoría de los sistemas acuáticos (European Environment Agency, 1998). La concentración a la que puede desencadenarse la eutrofización es del orden de 0,020 mg L⁻¹ (TDP) (Sande et al., 2005) o de 0,015-0,030 mg L⁻¹ (DRP) (Ministry for the Environment, 2001), mientras que otros autores indican un límite más restrictivo, del orden de 0,010 mg L⁻¹ (Haygarth et al., 1998); 0,004 mg L⁻¹ (TDP) según Urbano (2002), u otros valores variables en función de la masa de agua de que se trate (USDA-NRCS, 1999) pueden causar condiciones hipereutróficas en las aguas.

En relación con la pérdida de P disponible, la cubierta

Siembra directa reja



*Posibilita los tres sistemas de siembra
(directa, mínimo laboreo y convencional).*

*Sistema en T invertida para facilitar el cierre del surco.
Gran ligereza (mayor capacidad de tolva y menor potencia).*

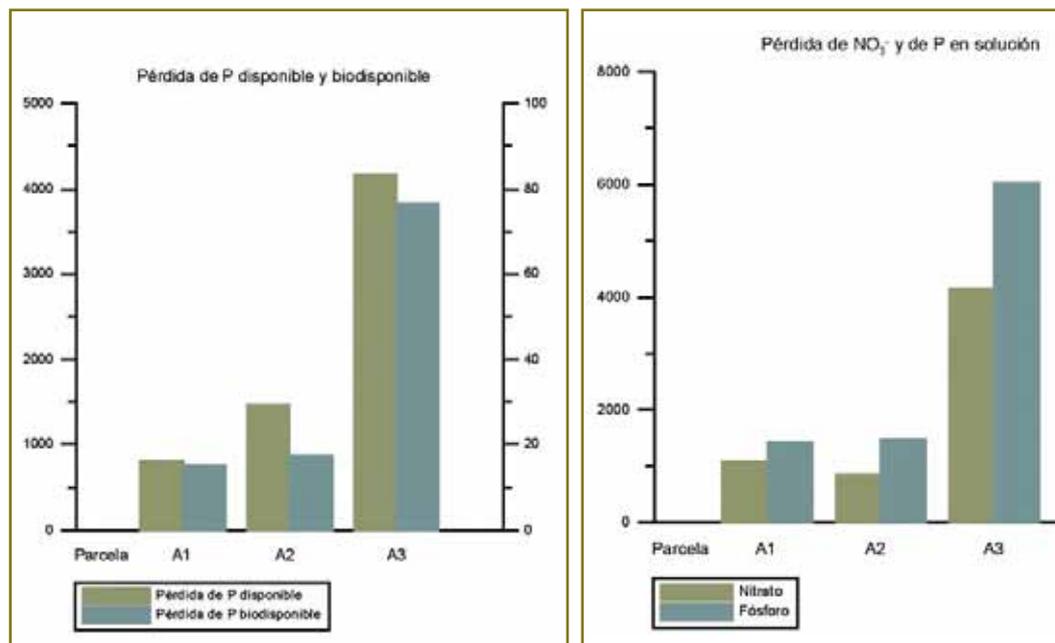
*Máxima precisión. Bajo mantenimiento.
Gran facilidad de carga. Máximo desahogo.*



GIL
Calidad rentable



Desde 1954



Figuras 6 y 7. Pérdidas de N y P soluble, P asociado al sedimento (disponible) y P biodisponible

vegetal redujo su pérdida un 73% de media respecto al sistema labrado. Este P disponible está correlacionado con la productividad del cultivo, de forma que la valoración de su pérdida es un índice de la reducción de la fertilidad por parte del suelo. La cubierta vegetal ha sido beneficiosa en este sentido, principalmente porque existe una fuerte correlación entre pérdida de suelo y de nutrientes asociados a sedimento.

Ordóñez et al. (2007) indicaron reducciones en la pérdida de P disponible del 74% en olivares ecológicos, con el uso de cubiertas vegetales espontáneas, y Francia et al. (2006) compararon laboreo convencional y franjas de cebada en parcelas de erosión en ladera situadas en Lanjarón (Granada), observando que las técnicas conservacionistas redujeron la pérdida de P disponible un 78%, resultado en línea con el de Rodríguez-Lizana et al. (2007), que en una red de 8 parcelas experimentales localizadas en diversas zonas de Andalucía, registró reducciones de entre un 41% y un 96% en la pérdida de P disponible

Finalmente, el P biodisponible se ha reducido un 79% de media. La importancia de este hecho radica en que el P biodisponible, que puede entenderse como aquel que puede ser asimilado por el fitoplancton para su crecimiento, es el directamente relacionado con la eutrofización. Se constituye del P soluble y de parte de P asociado al sedimento. Este último constituye una fuente de biodisponible a largo plazo, mientras que el soluble está inmediatamente disponible para su aprovechamiento por el fitoplancton.

3. Conclusiones

El olivo es un cultivo tradicionalmente implantado en zonas de ladera, propensas a la pérdida de suelo por erosión. Los resultados obtenidos indican que la cubierta disminuye la escorrentía y erosión, así como las pérdidas de N, P solu-

ble y P biodisponible, asociados a la contaminación de las masas acuáticas, y de P disponible, asociado con la fertilidad de los suelos.

En líneas generales, puede decirse, en el marco de los resultados de estos experimentos, que la cubierta vegetal es una técnica positiva desde el punto de vista ambiental. Sin embargo, deben tenerse en cuenta otros aspectos que afectan al manejo del cultivo desde un punto de vista agronómico, sobre todo centrado en la incertidumbre sobre la fecha idónea de siega anual, aspecto de gran importancia en olivares de secano, y en ocasiones, al difícil manejo de las hierbas mediante continuos desbrozados o siegas químicas, lo que puede provocar que con la técnica conservacionista el olivar resulte en ocasiones más difícil de manejar que en laboreo convencional, a pesar de lo cual los beneficios que presenta la hacen aconsejable en una amplia variedad de situaciones.

4. Agradecimientos

La Asociación Española Agricultura de Conservación/Suelos Vivos desea agradecer a Obra Social Caja Madrid la concesión de financiación en base al proyecto presentado a la Convocatoria de Ayudas a Proyectos Medioambientales 2007 “La agricultura de conservación y la sostenibilidad del campo español” para la realización de estudios de campo y actividades de transferencia de tecnología y divulgación. ●

Bibliografía a disposición de los que lo soliciten al mail info@aeac-sv.org.



1. Asociación Española Agricultura de Conservación/Suelos Vivos.
2. Área de producción ecológica y recursos naturales. IFAPA. CICE. Centro Alameda del Obispo.