

CALIDAD DEL SUELO EN CULTIVOS LEÑOSOS DE SECANO: *impacto del manejo*

Los suelos agrícolas realizan numerosas funciones vitales dentro de los agrosistemas, además de producir alimentos. Este estudio compara los efectos de mantener una cubierta vegetal o labrar entre las filas de árboles sobre diferentes indicadores de salud del suelo en parcelas de secano dedicadas al cultivo del almendro, olivo y vid y situadas en diversas zonas de Aragón. A pesar de algunas diferencias entre localidades, el mantenimiento de una cubierta vegetal tiende a incrementar la estabilidad de los agregados del suelo, así como la actividad microbológica, en comparación con las parcelas labradas. Sin embargo, no se han observado diferencias entre tratamientos en el contenido de carbono orgánico y en otras propiedades químicas del suelo.

JOSÉ MANUEL MIRÁS-AVALOS¹, EMILY SILVA ARAUJO², INÉS ZUGASTI², IGNACIO CLAVERÍA²,
FARIDA DECHMI², RAMÓN ISLA³

¹ Departamento de Suelos, Biosistemas y Ecología Agroforestal, Misión Biológica de Galicia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (MBG-CSIC)

² Departamento de Sistemas Agrícolas, Forestales y Medio Ambiente (Unidad Asociada a EEAD-CSIC Suelos y Riegos), Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)

³ Departamento Suelo y Agua, Estación Experimental de Aula Dei (EEAD-CSIC)

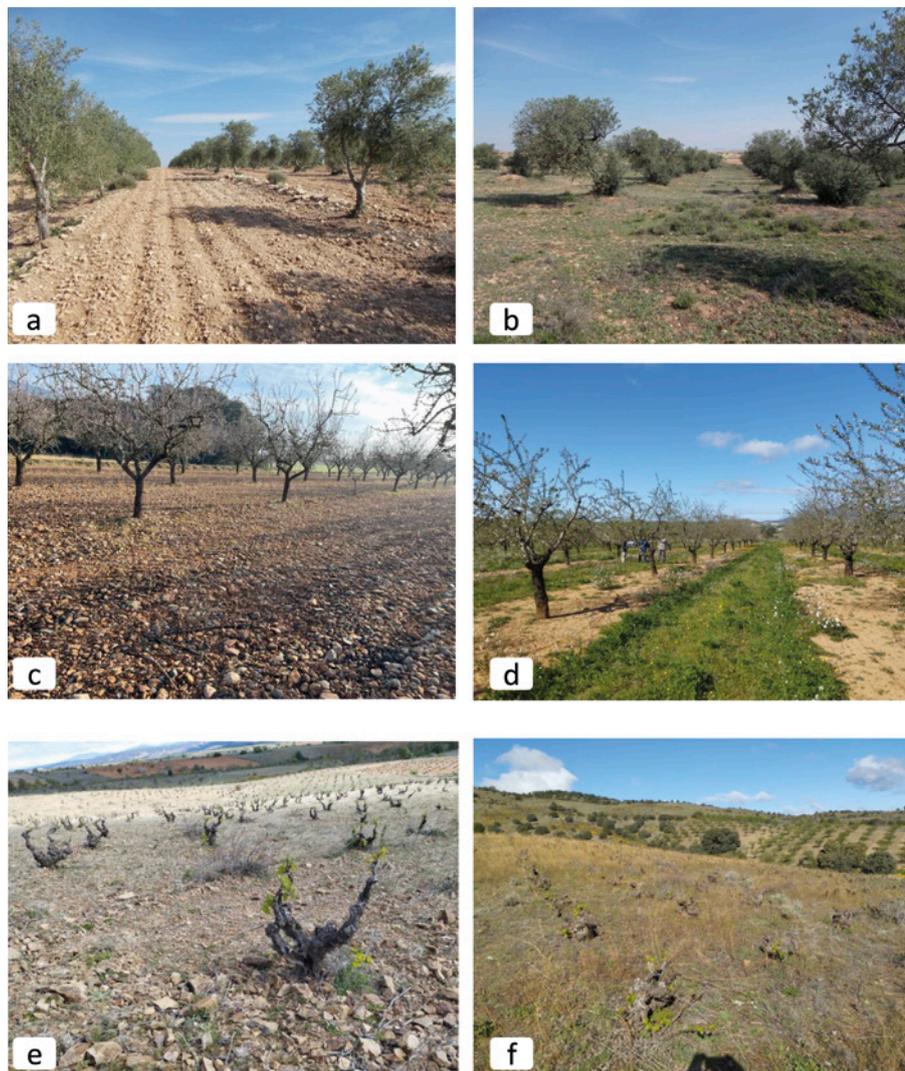
El suelo es un medio vital para el ser humano, no solo porque sustenta la producción agraria, sino también porque provee un amplio conjunto de servicios ecosistémicos como secuestro de carbono, hábitat para los seres vivos, filtrado de contaminantes, regulación de los ciclos de nutrientes, agua y clima, entre otros (FAO-ITPS, 2015; Borrelli *et al.*, 2020). No obstante, el suelo es un recurso no renovable y amenazado a nivel global, más si cabe en el arco Mediterráneo y en España en particular (Ferreira *et al.*, 2022). De hecho, más del 60% de los suelos de la Unión Europea están sometidos,

en mayor o menor medida, a procesos de degradación, principalmente a consecuencia de prácticas de gestión insostenibles (exceso de laboreo, contaminación por pesticidas, pérdida de materia orgánica, etc.). Además, el cambio climático está agravando estos problemas.

Debido a esto, la Comisión Europea pretende generalizar el uso de prácticas sostenibles de manejo del suelo a través del Pacto Verde y estrategias como los eco-regímenes establecidos en la Política Agraria Común 2021-2027 (Montanarella y Panagos, 2021). Entre las prácticas que se pretenden generalizar en sistemas de cultivos leñosos está

el establecimiento de cubiertas vegetales entre las filas de árboles. El uso de estas cubiertas tiene claras ventajas: protección del suelo frente a agentes erosivos, incremento de la biodiversidad, mejoras en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, entre otros.

No obstante, en áreas mediterráneas, donde el agua es el factor que más limita los rendimientos, incorporar cubiertas vegetales puede provocar una competencia excesiva por el agua entre el cultivo y la cubierta. Por ello, muchos agricultores se muestran reticentes a incorporar esta práctica. Por ejemplo, en Aragón, tan solo se aplica algún tipo de medida de con-



Agrosistemas muestreados: a) olivar labrado en Muel, b) olivar con cubierta en Muel, c) almendro labrado en Bolea, d) almendro con cubierta en Bolea, e) viñedo labrado en San Martín del Río y f) viñedo con cubierta en San Martín del Río.

servación del suelo (cubierta vegetal, acolchados) en el 28,2% de la superficie dedicada a cultivos leñosos (ESYRCE, 2023). En este contexto, el objetivo de este estudio, enmarcado dentro del proyecto “S.O.S.-Suelo” (<https://sossuelo-cita.es/>), ha sido evaluar cómo el manejo prolongado del suelo con una cubierta vegetal influye sobre diferentes indicadores de calidad del suelo en sistemas de cultivos leñosos en secano en diferentes zonas de Aragón. En concreto, se ha evaluado el efecto de cubiertas vegetales implantadas durante al menos 10 años en cultivos de almendro, olivar y viñedo en las localidades de Bolea (Huesca), Muel (Zaragoza) y San Martín del Río (Teruel) bajo condiciones de secano.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en parcelas de 3 localidades (Bolea, Muel y San Martín del Río). Las características de los sistemas comparados se presentan en la **Tabla 1**. La temperatura media anual en estas zonas es de 12-15°C y la pluviometría anual es de 425 mm (Bolea) y 350 mm (Muel y San Martín del Río). En todos los casos, los manejos con cubiertas vegetales se venían aplicando durante un mínimo de 10 años y, en alguna de las localidades, más de 20 años. Las parcelas que se compararon dentro de cada localidad se encontraban próximas unas de otras, tratando de minimizar diferencias atribuibles al tipo de suelo, posición de la parcela, pendiente, etc.

El muestreo se realizó en las calles entre árboles en primavera de 2024 (marzo y abril) en almendro y viña, y el olivar en noviembre de 2023,

TABLA 1
Características de las tres zonas de estudio y de los sistemas evaluados (LC = Laboreo convencional; CV = Cubierta vegetal)

CARACTERÍSTICA	MANEJO	BOLEA	MUEL	SAN MARTÍN DEL RÍO
Textura suelo	-	Franco arenosa	Franco arenosa	Franco arenosa
Cultivos	- LC	Almendro (var. Guara/ Marta)	Olivar (var. Arbequina)	Vid (var. Garnacha)
	CV	(var. Lauranne)	-	-
Año plantación	LC	2007	1998	1942
	CV	2007	1910	1974
Marco de plantación (m x m)	LC	6 x 6	6 x 6	2 x 2
	CV	7 x 7	7 x 7	2 x 4
Años de manejo	LC	12	24	50
	CV	10	25	15
Fertilización	LC	-	Sin	Sin
	CV	Mineral	Estiércol (6 t/ha)	Orgánica (0,15 t/ha)

alejadas en el tiempo del último laboreo en el caso de las parcelas donde se realiza.

En cada una de las parcelas se seleccionaron 4 subzonas (3 en el caso del almendro) que actuaron como repeticiones a nivel estadístico, tomando 4 muestras de cada zona para obtener una muestra compuesta representativa de la variabilidad del suelo en dicha zona. Algunas de las variables físico-químicas (C orgánico, N total, textura, fertilidad, pH, etc.) se evaluaron sobre muestras tomadas entre 0 y 25 cm de profundidad. Otras variables como la estabilidad de agregados y la biomasa microbiana se realizaron sobre la parte más superficial (0-15 cm). La diversidad de pequeños artrópodos se evaluó sobre bloques de muestra que se extrajeron hasta una profundidad máxima de 25 cm.

Las determinaciones físico-químicas se realizaron mediante técnicas estándar de laboratorio. La biomasa microbiana y la respiración basal acumulada en 24 h se determinaron indirectamente a través de la respiración del suelo (Anderson and Domsch, 1978) mediante un respirómetro. Se ha evaluado la estabilidad de agregados del suelo de más de 250 micras. A mayor estabilidad, se disminuyen los riesgos de erosión y se facilita el transporte de agua en el suelo. La diversidad de microartrópodos (< 1 mm) del suelo se evaluó extrayendo aquellos presentes en la muestra de suelo empleando embudos tipo Berlesse. Los organismos recolectados se clasificaron para nivel de gran grupo y, dependiendo de su grado de adaptación a la vida en el suelo, se les otorgó una puntuación que, sumada, permite obtener un índice de diversidad (QBS-ar), según el método de Parisi *et al.* (2005). Además, se ha cuantificado el número de formas biológicas presentes en cada muestra. Valores elevados tanto de QBS-ar como de formas biológicas son positivos debido a los importantes papeles desempeñados por estos organismos (degradación de materia orgánica, recirculación de nutrientes, mejora de la porosidad del suelo, etc.).

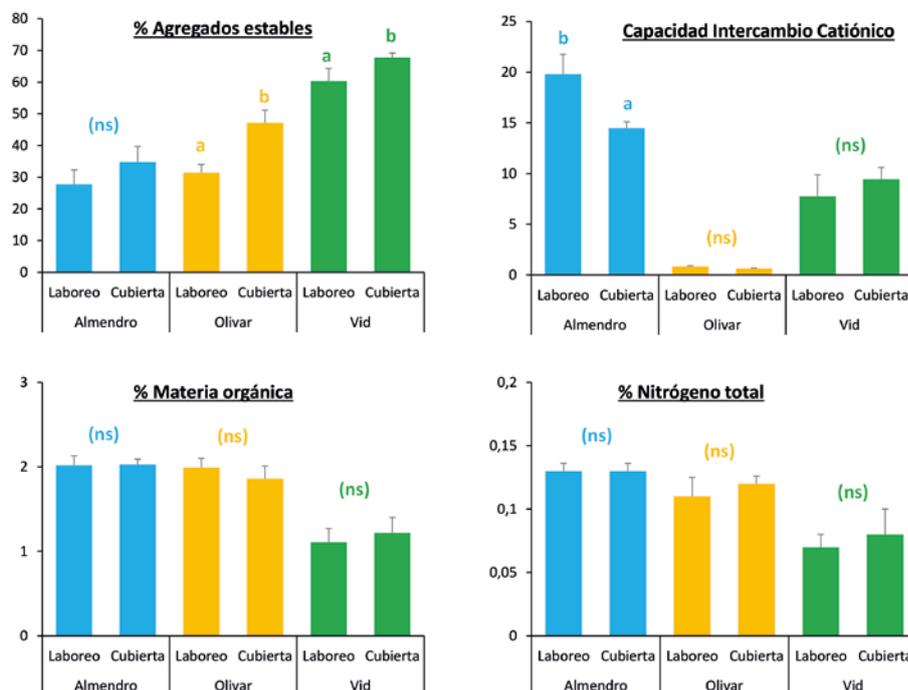


FIGURA 1 Efecto de los sistemas de manejo en % de agregados estables, Capacidad de intercambio catiónico, Materia orgánica, y Nitrógeno total del suelo. La barra vertical indica la desviación estándar (n=4). Barras con la misma letra indican que las diferencias no son significativas ($p > 0,05$) entre manejos dentro de cada localidad. (ns: no significativo).



Detalle de observación de lombrices en la parcela con cubierta vegetal en sistema de almendro de secano en Bolea (Huesca).

Para determinar el efecto de los manejos evaluados sobre los distintos indicadores de calidad del suelo se ha realizado un análisis de varianza con diferencias significativas al 95%.

Resultados y discusión

- Efecto del manejo sobre la estabilidad de agregados y otras variables fisicoquímicas

El establecimiento de cubiertas vegetales tiende a aumentar (Figura 1) entre un 11% y un 33% la estabilidad de agregados comparado con el laboreo, aunque de forma estadísticamente significativa solamente en las parcelas de olivar y viñedo.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC), indicador del potencial del suelo para suministrar ciertos nutrientes, tan solo se ha visto afectada por el manejo en el caso de las parcelas con almendro, donde dis-

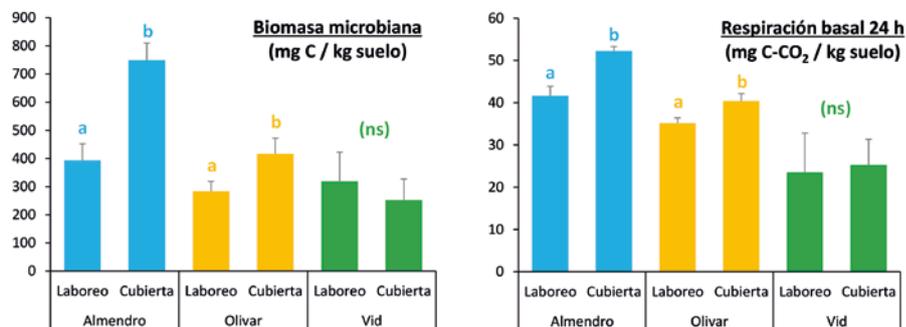


FIGURA 2

Efecto de los sistemas de manejo en la biomasa microbiana del suelo y en la respiración basal acumulada en 24 h. La barra vertical indica la desviación estándar (n=4). Barras con la misma letra indican que las diferencias no son significativas (p>0,05) entre manejos dentro de cada localidad. (ns: no significativo).

minuye alrededor de un 27%, quizás asociado a un mayor contenido de arena. En el resto de agrosistemas, los valores de CIC fueron muy similares entre tratamientos.

El efecto de los manejos sobre la cantidad de materia orgánica del suelo (MOS) y el contenido en nitrógeno total no fue significativo entre tratamientos en las tres localidades.

NERGETIC
COMPLETE



DZ+

NSAFE®
FIRST BIO-INHIBITOR



El primer producto del mercado que incorpora la tecnología NSAFE®.

Fertiberia
TECH

Destacan los bajos valores de estas variables en todas las parcelas, especialmente en el viñedo.

- Efecto del manejo sobre la actividad microbiológica de los suelos

La biomasa microbiana está compuesta por el carbono que contienen los microorganismos del suelo y es la parte más activa de la materia orgánica. Salvo en el caso del viñedo, donde no se detectaron diferencias significativas entre manejos, las cubiertas vegetales incrementaron el valor de esta propiedad entre 30% y 50% con respecto al laboreo convencional (Figura 2).

La respiración basal del suelo acumulada en 24 h refleja la actividad real del suelo al incubarlo a una temperatura y humedad óptimas. Este indicador mostró la misma tendencia que la biomasa microbiana, con un efecto significativo y positivo de la cubierta vegetal en las localidades de Bolea (almendro) y Muel (olivar), pero no en San Martín del Río (viñedo). El incremento en los valores de respiración basal bajo cubierta vegetal con respecto al laboreo fue del 13% en Muel y 20% en Bolea, siendo tan solo de 7% en San Martín del Río.

- Efecto del manejo sobre la mesofauna del suelo y su diversidad

La Figura 3 muestra el efecto del manejo del suelo sobre la diversidad de mesofauna del suelo (pequeños artrópodos de menos de 1 mm) expresada por el índice QBS-ar y el número de formas biológicas distintas observadas.

En ninguna de las parcelas se detectaron diferencias significativas entre manejos del suelo para los valores de QBS-ar y formas biológicas debido a la gran variabilidad entre muestras (Figura 3). Sin embargo, existe una clara tendencia a mayor diversidad (valores más altos de QBS-ar y de formas biológicas) en las parcelas con cubierta vegetal. En algunos casos, como por ejemplo en Bolea, el valor promedio del índice QBS-ar fue el doble bajo cubierta vegetal que bajo laboreo mientras que en las otras dos parcelas la diferencia entre tratamientos en los valores de este índice fue superior al 40%. El número de formas biológicas presentó una tendencia similar al QBS-ar (Figura 3).

Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT, financiado por

MCIN con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.11). Agradecer a los agricultores que han colaborado con el estudio: Ismael Campo, José Miguel Ribera, Pedro Marco, María José Rubio, y José Ignacio Cabetas por su excelente disposición, así como el apoyo de Carlos Molina para contactar con agricultores socios de AGRACON.

Bibliografía

Queda a disposición del lector interesado en el correo electrónico: redaccion@editorialagricola.com

A MODO DE CONCLUSIÓN

El mantenimiento prolongado del suelo con una cubierta vegetal provoca diferentes efectos en algunos indicadores de calidad del suelo dependiendo de la localidad y, probablemente, asociados a diferencias climáticas y edáficas. En general, las cubiertas aumentaron la estabilidad de los agregados del suelo, pero no se apreciaron efectos significativos en el secuestro de carbono o en la capacidad para retener nutrientes. Posiblemente, un muestreo más superficial (0-10 cm) hubiera permitido encontrar diferencias en C orgánico entre sistemas. Sin embargo, las propiedades microbiológicas del suelo (biomasa microbiana y respiración basal) mejoraron de manera significativa con el mantenimiento de la cubierta vegetal. Por el contrario, no se detectaron efectos significativos sobre la diversidad de artrópodos, aunque la tendencia observada fue al aumento de esta bajo el manejo de cubierta vegetal.

A pesar de la gran variabilidad existente dentro de cada sistema, se detectan beneficios objetivos de las prácticas de conservación del suelo, especialmente en lo que se refiere a aumento de la diversidad y actividad biológica.

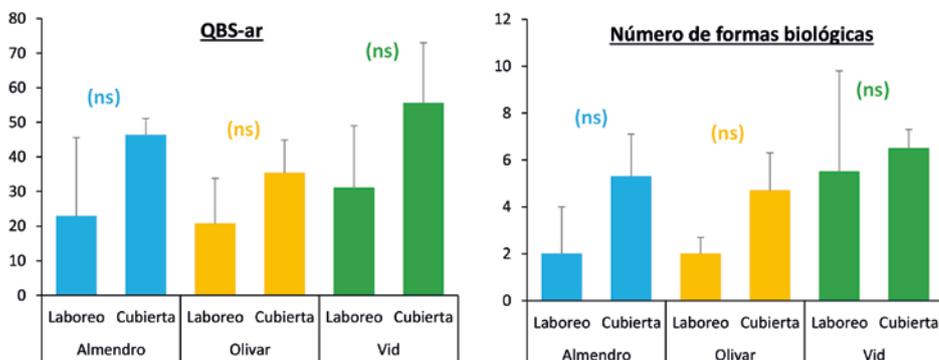


FIGURA 3 Efecto de los sistemas de manejo en la diversidad de artrópodos (QBSar) y en el número de formas biológicas del suelo. La barra vertical indican la desviación estándar (n=4). Barras con la misma letra indican que las diferencias no son significativas entre manejos dentro de cada localidad. (ns: no significativo).