

Impacto inmediato del laboreo sobre la calidad del suelo en un viñedo en la D.O.P. Somontano (Huesca, Aragón) manejado con cubierta espontánea

E. SILVA ARAUJO¹, V. GONZÁLEZ GARCÍA¹, R. ISLA¹, J.M. MIRÁS-AVALOS^{1,2}

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

(2) Dirección actual: Misión Biológica de Galicia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (MBG-CSIC), Sede Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, España.

RESUMEN

En viñedos, el manejo del suelo con cubiertas vegetales puede generar una competencia por agua y nutrientes, lo que podría disminuir el rendimiento. A medio-largo plazo, la implantación de una cubierta vegetal en el viñedo puede mejorar las propiedades del suelo, pero dicho impacto es muy dependiente de las condiciones edafoclimáticas de cada parcela. Por ello, este trabajo tiene como objetivo determinar el efecto de un laboreo superficial sobre diversos indicadores de salud del suelo y el estado hídrico en un viñedo del Somontano (Huesca) gestionado con una cubierta espontánea durante los cinco años previos. Las propiedades físico-químicas del suelo apenas se alteraron con el laboreo, mientras que las biológicas (actividad microbiana y diversidad de artrópodos) se redujeron drásticamente. Además, la cubierta vegetal no tuvo un impacto negativo sobre el estado hídrico de la vid. Esto sugiere que la cubierta vegetal puede ser una alternativa sostenible frente al laboreo en la zona de estudio.

Palabras clave: Biología del suelo, Cubierta vegetal, Estado hídrico de la vid, Viticultura sostenible.

ABSTRACT

Immediate impact of tillage on soil health in a D.O.P. Somontano (Huesca, Aragón) vineyard previously managed with spontaneous vegetation. In vineyards, soil management using plant covers might cause a competition for water and nutrients, which could lead to reductions in yield. In the medium to long term, establishing a vegetal ground cover in the vineyard may enhance soil properties, but this impact strongly depends on the edaphoclimatic conditions of each plot. Consequently, this work aims at determining the effect of a surface tillage on several soil health indicators and the water status in a vineyard located in Somontano (Huesca) that has been managed with spontaneous vegetation during the previous five years. Soil physical and chemical properties were not altered by tillage; however, biological properties (microbial biomass, diversity of arthropods) were considerably reduced. Moreover, spontaneous vegetation did not affect grapevine water status. This suggests that establishing a plant cover is a sustainable alternative to tillage under the conditions of this study.

Key words: Soil biology, Cover crop, Grapevine water status, Sustainable viticulture.

La Comisión Europea, a través del Pacto Verde, pretende generalizar el uso de prácticas sostenibles de manejo del suelo mediante la puesta en marcha de estrategias como “De la Granja a la Mesa” y los eco-regímenes establecidos en la Política Agraria Común 2021–2027 (MONTANARELLA y PANAGOS, 2021). Entre las prácticas que se fomentarán bajo este nuevo marco legislativo se encuentra el establecimiento de cubiertas vegetales para conservar el suelo.

En el caso del viñedo, la gestión del suelo mediante el establecimiento de una cubierta vegetal puede generar una amplia gama de beneficios medioambientales como protección frente a la erosión, mejoras en las propiedades físicas y biológicas del suelo, o un incremento de la biodiversidad, entre otros (ABAD y col., 2021). Además, diversos estudios han mostrado que la gestión del suelo del viñedo con una cubierta vegetal puede traducirse en un equilibrio entre el desarrollo vegetativo y productivo de la vid, además de una mejora en las características organolépticas de la uva y el mosto (GUERRA y STEENWERTH, 2012). Sin embargo, en la viticultura mediterránea, donde el agua es el factor que más limita los rendimientos, los viticultores se muestran reacios a incorporar cubiertas vegetales debido a la competencia por el agua disponible en el suelo que puede provocar una pérdida en el



Foto 1. Vista del viñedo experimental.

rendimiento productivo (GUERRA y STEENWERTH, 2012). No obstante, la intensidad de estos efectos depende del régimen de precipitaciones y la disponibilidad de riego, de la profundidad y fertilidad del suelo, la capacidad competitiva del portainjerto, el tipo de necesidad hídrica de las especies de cubierta, etc. (ABAD y col., 2021), por lo que las ventajas e inconvenientes de esta práctica deben examinarse caso por caso para determinar qué cubierta vegetal es conveniente para cada viñedo en concreto.

Por estos motivos, esta práctica de manejo del suelo se restringía a regiones lluviosas, pero su empleo tiende a aumentar en regiones semiáridas y subhúmedas. Por ejemplo, en España, la superficie de viñedos en donde se utilizan cubiertas vegetales como sistema de mantenimiento del suelo se incrementó un 15% entre 2009 y 2019 (MAPA 2009, 2019), lo que ha generado un gran interés por conocer los efectos que estas cubiertas ejercen sobre el cultivo de la vid en España, tanto en rendimiento como en composición de la uva, y sobre las propiedades y la diversidad y estructura de las poblaciones microbianas del suelo (VIRTO y col., 2012; ABAD y col., 2021). La mayoría de los estudios realizados hasta el momento se centran en evaluar el im-

pacto de la cubierta vegetal tanto sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo (ABAD y col., 2021) como sobre el desempeño de la vid tras varios años desde su implantación; sin embargo, apenas existen estudios en los que se cuantifique el efecto del caso opuesto, es decir, cómo afecta la reintroducción del laboreo tras varios años de haber mantenido una cubierta vegetal en el viñedo.

En este contexto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de un laboreo superficial sobre diversos indicadores de la salud del suelo en un viñedo de la variedad blanca 'Riesling' situado en la comarca del Somontano (Huesca) y gestionado con una cubierta permanente de vegetación espontánea durante los cinco años previos a este ensayo. Adicionalmente, se ha evaluado el efecto de ambas estrategias de manejo del suelo sobre el estado hídrico de la vid.

Material y métodos *Descripción del viñedo de estudio*

El ensayo se llevó a cabo en el año 2023 en un viñedo de 1,8 ha localizado en Salas Bajas (Huesca), en la comarca del Somontano (42° 5' 33,5" N, 0° 5' 8,9" E, 440 m). Este viñedo se plantó en 2013 con *Vitis vinifera* L. cv. Riesling injertada sobre



Foto 2. Calle con cubierta vegetal en el viñedo experimental y banda libre de vegetación bajo las cepas.



Foto 3. Calles labradas en el viñedo experimental.

1103 Paulsen a un marco de $2,8 \times 0,9$ m (3.968 cepas/ha). Las cepas se conducen en espaldera con un sistema de cordón simple y orientación este-oeste. El viñedo se maneja en seco y du-

rante sus 5 primeros años de vida (2013–2017) se evitó el crecimiento de vegetación en las calles, mientras que durante los siguientes 5 años (2017–2022) se dejó crecer la vegetación residen-



Foto 4. Dispositivo para extraer los microartrópodos contenidos en las muestras de suelo.

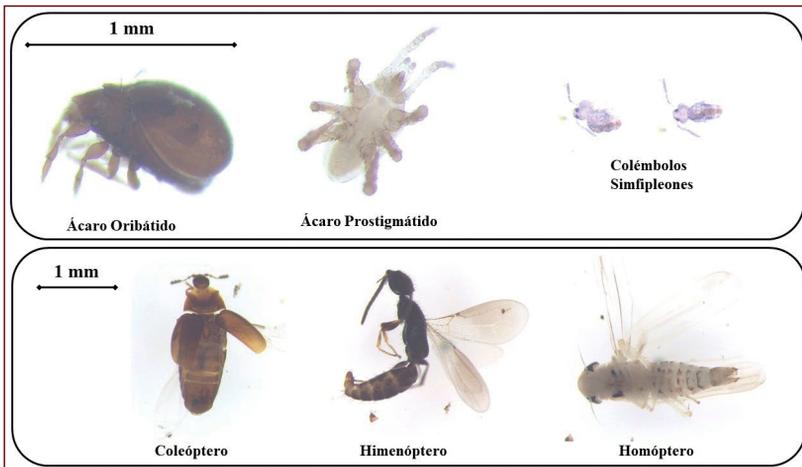


Foto 5. Algunos microartrópodos encontrados en las muestras de suelo de viñedo bajo cubierta vegetal.

te, según ella al alcanzar una determinada altura, además de mantener libre de vegetación una franja de 40 cm de ancho bajo la fila de cepas con aplicaciones de herbicidas.

El 30 de mayo de 2023 se realizó un laboreo superficial (10–15 cm de profundidad) en 8 calles para determinar los efectos de esta práctica sobre el estado hídrico de la vid. Esta operación se repitió a mediados de junio cuando el suelo estaba más húmedo debido a las lluvias registradas a finales de primavera.

El suelo es de textura franco-arenosa (62,9% arena, 23,2% limo y 13,9% arcilla), con un contenido medio en materia orgánica (1,97%) y pH básico (8,04). En promedio para el período 2005–2022, la temperatura media anual es 14,3 °C, la preci-

pitación y la evapotranspiración de referencia anuales ascienden a 462 y 1.205 mm, respectivamente.

Muestreos y medidas realizadas

Con el objeto de caracterizar el ambiente de la zona de estudio, las variables meteorológicas (temperatura, precipitación, radiación solar, evapotranspiración de referencia, etc.) se obtuvieron de una estación situada a 500 m del viñedo experimental.

Aproximadamente tres semanas después de las operaciones de laboreo en el viñedo, se recogieron muestras de suelo (20 cm de profundidad). Estas muestras se tomaron en varias posiciones dentro de la calle (en la cota superior,

a mitad de calle y pendiente abajo), para un total de tres muestras compuestas (6 “pinchazos” cada una) por estrategia de gestión, ya fuera laboreo o cubierta vegetal. Las muestras se secaron al aire y se tamizaron a través de una malla de 2 mm.

Las propiedades físicas y químicas del suelo que se analizaron fueron: conductividad eléctrica, pH, capacidad de campo, punto de marchitamiento permanente, carbono orgánico, nitrógeno total, fósforo disponible, potasio disponible, caliza activa, biomasa microbiana y respiración basal.

La conductividad eléctrica y el pH del suelo se midieron en una solución acuosa con un pH-metro y un conductímetro, respectivamente. La capacidad de campo y el punto de marchitamiento permanente se midieron con un equipo de placas Richards. Los contenidos totales de carbono orgánico y nitrógeno se midieron con un analizador elemental. El fósforo y el potasio disponible se determinaron por colorimetría. La biomasa microbiana y la respiración basal del suelo se midieron con un respirómetro automático (BioTrac 4250, SY-LAB Geräte GmbH., Neupurkersdorf, Austria), basado en los cambios de impedancia en una solución de KOH que captura el CO₂ producido por la actividad biológica del suelo.

Adicionalmente, se recogieron tres muestras de suelo (10 cm de profundidad y 8,3 cm de diámetro = 540 cm³) en las calles labradas y con cubierta vegetal para evaluar la diversidad de microartrópodos presentes en el suelo utilizando el índice de calidad biológica del suelo (QBS-ar; PARISI y col., 2005). Estas muestras se recogieron aleatoriamente en diferentes posiciones en tres calles por tipo de manejo del suelo. Las muestras se transportaron al laboratorio en una nevera portátil. La extracción de microartrópodos se realizó utilizando un embudo Berlesse-Tullgren. El período de extracción fue de 7 días. Los especímenes se observaron con un estereomicroscopio a 40× (ZEISS® Stemi 508, Jena, Alemania) y se calculó el índice QBS-ar según PARISI y col. (2005).

Además, para conocer el efecto de las dos estrategias de manejo del suelo sobre el estado hídrico de la vid, entre junio y septiembre, se tomaron medidas de potencial hídrico de tallo a mediodía solar (Y_{tallo}) en 9 cepas de cada estra-

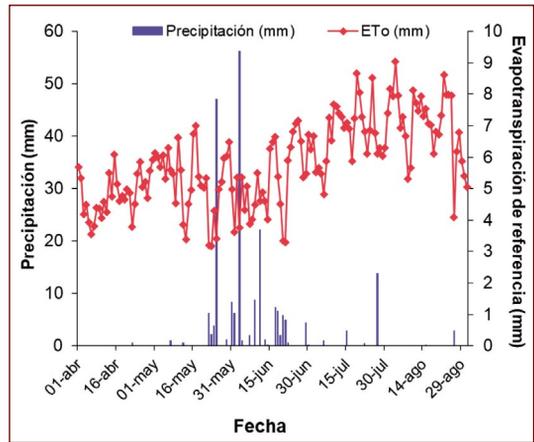


Figura 1. Dinámica de la precipitación y la evapotranspiración de referencia diarias durante el período de estudio (1 de abril a 1 de septiembre de 2023).

tegia empleando una cámara de presión (Pump-Up, PMS Instruments Company, Albany, Oregón, USA). Para ello, una hora antes de la medida, las hojas se envolvieron en bolsas zip cubiertas con papel de aluminio. Se tomó una hoja sana y adulta del tercio medio del pámpano por cepa. La periodicidad de estas medidas fue mensual, realizándose en 4 fechas diferentes a lo largo del estudio.

Análisis de datos

El efecto de la gestión del suelo sobre las variables determinadas en campo y laboratorio se evaluó mediante un análisis de varianza de un factor.

Resultados y discusión

Durante la campaña de estudio (1 de abril a 1 de septiembre de 2023), la temperatura media fue 21,3 °C (con una mínima absoluta de 1,9 °C y una máxima absoluta de 40,4 °C), la precipitación acumulada ascendió a 222 mm (129,8 mm registrados en junio) y la evapotranspiración de referencia (ET_o) alcanzó 890 mm (de 144 mm en abril a 218 mm en agosto). En la Figura 1 se muestra que la mayoría de los eventos de lluvia se concentraron entre finales de mayo y mediados de junio, mientras que en abril y la mayor parte de mayo apenas se registraron precipitaciones. Además, se observaron

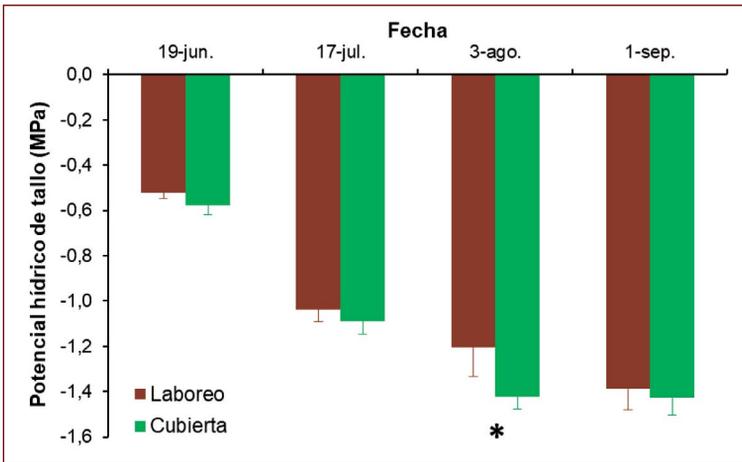


Figura 2. Potencial hídrico de tallo medido a mediodía a lo largo del ciclo vegetativo de cepas de la variedad ‘Riesling’ cultivadas bajo dos estrategias de gestión del suelo: laboreo y cubierta vegetal. Los puntos son promedios de 9 valores por fecha y las barras de error indican la desviación típica. El asterisco indica diferencias significativas entre las estrategias de gestión del suelo ($p < 0,05$).

picos de ETo superiores a 8 mm/día entre mediados de julio y mediados de agosto (Figura 1), lo que supone un periodo de elevada demanda hídrica.

La evolución de Y_{tallo} a lo largo de la campaña fue similar bajo las dos estrategias de gestión del suelo (Figura 2), detectándose diferencias significativas tan solo a principios de agosto, cuando Y_{tallo} fue más negativo en el manejo con cubierta vegetal (-1,4 MPa bajo cubierta frente a -1,2 MPa bajo laboreo, Figura 2). Sin embargo, ambos valores se encuentran dentro del mismo rango de nivel de estrés hídrico moderado (VAN LEEUWEN y col., 2009). Los valores de Y_{tallo} se igualaron a final de agosto. A la vista de estos resultados, la cubierta vegetal no pareció provocar un estrés hídrico excesivo en la viña. Esto puede deberse a, por una parte, que se ha dejado libre de cubierta vegetal una zona debajo de la fila de cepas donde se aloja la mayor parte del sistema radicular de la vid, unido al hecho de que la viña capta el agua de capas más profundas del suelo a las que no accede el sistema radicular de la vegetación que forma la cubierta (CELETTE y col., 2008).

En relación a los indicadores fisicoquímicos de calidad del suelo determinados en este trabajo, tan solo la capacidad de campo se ha visto (como cabría esperar) significativamente afectada por el laboreo, siendo más elevada en el caso del mantenimiento del suelo con cubierta vegetal (Cuadro 1). Coincidiendo con este resultado, otros estudios han demostrado el efecto positivo de la implantación de cubiertas vegetales sobre la ca-

pacidad de almacenamiento de agua en las capas más superficiales del suelo (VIRTO y col., 2012). A pesar de no haberse detectado diferencias significativas (p -valor = 0,09), el laboreo ha reducido el contenido de carbono orgánico en un 23% con respecto al suelo gestionado con una cubierta vegetal, promoviendo la oxidación rápida del carbono y la descomposición de los residuos procedentes de la cubierta tras el mezclado de capas del suelo. En general, los indicadores fisicoquímicos utilizados en este trabajo han visto reducida su magnitud a causa del laboreo, excepto los contenidos en fósforo y potasio, que se han incrementado en un 7% y 13%, respectivamente (Cuadro 1), lo que puede deberse a una redistribución de estos nutrientes causada por el laboreo.

Por el contrario, los indicadores biológicos han sido muy sensibles a la perturbación causada por el laboreo (Figura 3). De hecho, la biomasa microbiana se ha visto reducida en un 29% con respecto al valor observado en el suelo bajo cubierta vegetal, en línea con lo observado por VIRTO y col. (2012) tras uno y cinco años de implantación de una cubierta vegetal, tratamientos bajo los que se detectó un incremento de la biomasa microbiana frente al tratamiento con laboreo. Asimismo, la tasa de respiración basal del suelo ha sido aproximadamente la mitad bajo laboreo que bajo cubierta vegetal (Figura 3), lo que sugiere una reducción drástica de la diversidad y actividad microbiana que podría afectar al reciclado de nutrientes en el suelo y a la mineralización de

Cuadro 1. Indicadores físicos y químicos de calidad del suelo bajo los tratamientos de laboreo y cubierta vegetal en el viñedo de estudio. Los valores son promedios de 3 muestras compuestas por cada estrategia de gestión. Se señalan las diferencias significativas entre manejos mediante letras en la fila (se considera significativo cuando el p-valor es inferior a 0,05).

Indicador	Unidades	Laboreo	Cubierta vegetal	p-valor
Físicos				
Humedad a Capacidad de Campo	%	19,8 a	23,0 b	0,029
Humedad a Punto de marchitez		12,3	13,1	0,128
Químicos				
Conductividad eléctrica	dS/m	0,19	0,22	0,146
pH	–	8,04	8,00	0,702
Carbono orgánico	%	1,08	1,40	0,087
Nitrógeno total		0,13	0,16	0,134
Fósforo disponible	mg/kg	44,7	41,8	0,628
Potasio disponible		546,5	482,3	0,350
Caliza activa	%	6,25	7,65	0,631

la materia orgánica (CREAMER y col., 2022), además de a otros parámetros relacionados con el estado fitosanitario del agroecosistema.

La diversidad de artrópodos también se ha visto mermada por el laboreo, con una reducción del 50% en el índice QBS-ar (Figura 3). Algunos grupos faunísticos, como los colémbolos, que participan en la fragmentación de la materia orgánica del suelo, no han aparecido en las muestras recogidas bajo el laboreo, pero sí en las tomadas bajo la cubierta vegetal. Los valores de QBS-ar obtenidos en este estudio se encuentran dentro del rango (entre 28 y 193) observado por GHIGLIENO y col. (2019) en viñedos italianos. Sin embargo, los valores obtenidos en este estudio se encuentran en la parte baja del rango observado por GHIGLIENO y col. (2019), lo que puede deberse a, por una parte, las características del suelo estudiado y a las condiciones meteorológicas a las que se ha visto sometido el viñedo de estudio ya que, durante los 30 días anteriores al muestreo, la temperatura máxima diaria superó los 20°C, umbral a partir del que se reducen los valores de QBS-ar, tal y como ha sido identificado por los mencionados autores. Bajo estas condiciones, se produce una migración vertical de los artrópodos hacia capas más profundas del suelo donde las variaciones ambientales son menores.

Consideraciones finales

Este estudio ha permitido confirmar el impacto que un único evento de laboreo, aun siendo superficial, produce sobre las propiedades biológicas del suelo. De hecho, la biomasa microbiana, la respiración basal y QBS-ar se han visto reducidos en un 29%, 44% y 50%, respectivamente, tras la aplicación de un laboreo superficial. Por otra parte, aunque no ha sido estadísticamente significativo ($p < 0,05$), el contenido en carbono orgánico del suelo se ha reducido en un 23% tras el laboreo, lo que supone una disminución relevante en la masa de carbono orgánico del suelo. Además, la cubierta vegetal ha incrementado ligeramente la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, mediante un aumento de la capacidad de campo, pudiendo estar asociado a la mayor agregación del suelo en condiciones de no laboreo y a la tendencia a mayor contenido de materia orgánica. Finalmente, no se han observado diferencias significativas entre los dos sistemas de gestión del suelo en el estado hídrico de las viñas, lo que sugiere que la cubierta vegetal, tal y como se ha gestionado en este viñedo, no condiciona el desarrollo vegetativo de la vid y la maduración de la uva. En conclusión, el empleo de una cubierta vegetal permanente de vegetación espon-

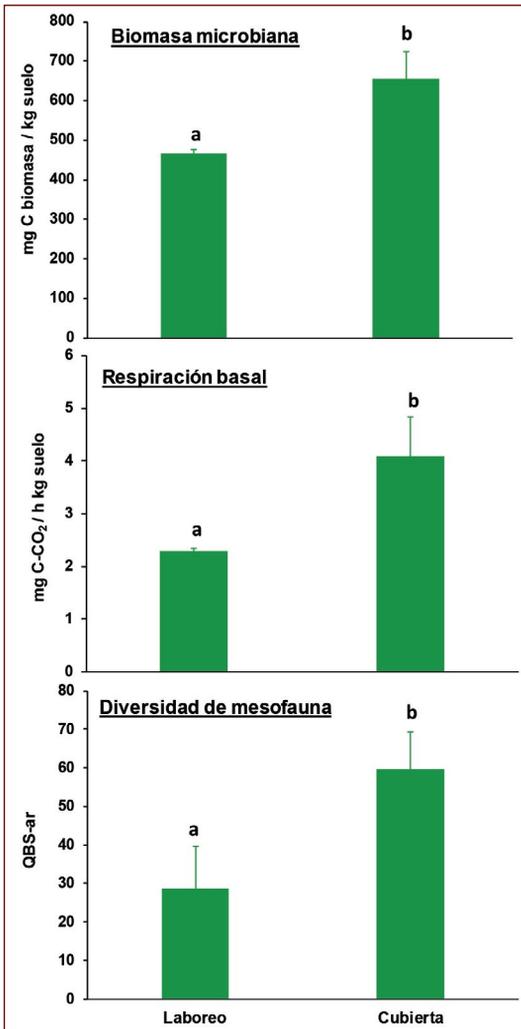


Figura 3. Biomasa microbiana, respiración basal del suelo e índice de diversidad de artrópodos (QBS-ar) en las calles de un viñedo bajo dos estrategias de gestión del suelo: laboreo y cubierta vegetal. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas entre las estrategias de gestión del suelo ($p < 0,05$).

tánea como sistema de gestión del suelo en el viñedo es una alternativa sostenible frente al laboreo en la zona de estudio. •

Agradecimientos

Este estudio forma parte del programa AGRO-ALNEXT y ha sido financiado por MCIN con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU

(PRTR-C17.I1). Se agradece al Director de Viticultura de la bodega Viñas del Vero por facilitar la realización de este trabajo en uno de sus viñedos.

Bibliografía

ABAD, J.; HERMOSO DE MENDOZA, I.; MARÍN, D.; ORCARAY, L.; SANTESTEBAN, L.G. (2021). Cover crops in viticulture. A systematic review (1): Implications on soil characteristics and biodiversity in vineyard. *OENO One* Vol. 55, pág. 295–312. <https://doi.org/10.20870/oenone.2021.55.1.3599>

CELETTE, F.; GAUDIN, R.; GARY, C. (2008). Spatial and temporal changes to the water regime of a Mediterranean vineyard due to the adoption of cover cropping. *European Journal of Agronomy* Vol. 29, pág. 153–162. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.04.007>

CREAMER, R.E.; BAREL, J.M.; BONGIORNO, G.; ZWETSLOOT, M.J. (2022). The life of soils: Integrating the who and how of multifunctionality. *Soil Biology and Biochemistry* Vol. 166, pág. 108561. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2022.108561>

GHIGLIENO, I.; SIMONETTO, A.; DONNA, P.; TONNI, M.; VALENTI, L.; BEDUSSI, F.; GILIOLI, G. (2019). Soil biological quality assessment to improve decision support in the wine sector. *Agronomy* Vol. 9, pág. 593. <https://doi.org/10.3390/agronomy9100593>

GUERRA, B.; STEENWERTH, K. (2012). Influence of floor management technique on grapevine growth, disease pressure, and juice and wine composition: A review. *American Journal of Enology and Viticulture* Vol. 63, pág. 149–164. <https://doi.org/10.5344/ajev.2011.10001>

MAPA. (2009). Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos (ESYRCE) https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/boletin2009_tcm30-122321.pdf

MAPA. (2019) Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos (ESYRCE) https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/boletin2019_tcm30-536911.pdf

MONTANARELLA, L.; PANAGOS, P. (2021). The relevance of sustainable soil management within the European Green Deal. *Land Use Policy* Vol. 100, pág. 104950. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104950>

PARISI, V.; MENTA, C.; GARDI, C.; JACOMINI, C.; MOZZANICA, E. (2005). Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy. *Agriculture, Ecosystems and Environment* Vol. 105, pág. 323–333. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.02.002>

VAN LEEUWEN, C.; TRÉGOAT, O.; CHONÉ, X.; BOIS, B.; PERNET, D.; GAUDILLÈRE, J.-P. (2009). Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* Vol. 43, pág. 121–134. <https://doi.org/10.20870/oenone.2009.43.3.798>

VIRTO, I.; IMAZ, M.J.; FERNÁNDEZ-UGALDE, O.; URRUTIA, I.; ENRIQUE, A.; BESCANSÀ, P. (2012). Soil quality evaluation following the implementation of permanent cover crops in semi-arid vineyards. Organic matter, physical and biological soil properties. *Spanish Journal of Agricultural Research* Vol. 10, pág. 1121–1132. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2012104-613-11>