

Fiabilidad de la monitorización del contenido de agua del suelo para determinar el estado hídrico de la vid



GOBIERNO DE ARAGON
 UA-RAMA. 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), Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza, España. jmmiras@cita-aragon.es
 Dirección actual: Misión Biológica de Galicia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (MBG-CSIC), Sede Santiago de Compostela, Avda. de Vigo s/n, 15705, Santiago de Compostela, España. jmmiras@mbg.csic.es



INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de agua es uno de los factores más limitantes para la productividad del viñedo (Medrano et al. 2015). El déficit hídrico puede afectar negativamente al rendimiento de la vid y a la acumulación de azúcares en la uva. El estado hídrico del viñedo se puede modular con técnicas como la implantación de cubiertas vegetales (Medrano et al. 2015).

Existen numerosos métodos para estimar el estado hídrico de la vid (Rienth y Scholasch 2019). El potencial hídrico de tallo a mediodía solar (Ψ_{tallo}) se considera el método de referencia (Choné et al. 2001), mientras que el contenido volumétrico de agua en el suelo (θ_s) puede permitir una estimación en tiempo real del estado hídrico del viñedo. Algunos estudios han mostrado que θ_s y Ψ_{tallo} están relacionados (Williams y Trout 2005), mientras que otros no detectaron relaciones (Asenjo y Yuste 2003).

Objetivo: evaluar la fiabilidad de los registros de θ_s obtenidos con sondas de capacitancia sin una calibración específica previa como indicadores del estado hídrico de cepas de vid (*Vitis vinifera* L. cv. 'Riesling') bajo dos estrategias de gestión del suelo (laboreo y vegetación residente).

MATERIALES Y MÉTODOS

Viñedo experimental

- Salas Bajas (Huesca), secano y 1,8 ha (Figura 1a).
- Plantado en 2013 con *Vitis vinifera* L. cv. 'Riesling' sobre 1103 Paulsen a 2,8 x 0,9 m (3968 cepas/ha), en espaldera y orientación este – oeste.
- 2013 a 2017: sin crecimiento de vegetación en las calles.
- 2017 a 2022: vegetación residente que se siega al alcanzar una determinada altura.
- Entre mayo y junio de 2023 se realizó un laboreo reducido (10-15 cm de profundidad) en 8 calles para determinar los efectos de esta práctica sobre el estado hídrico de la vid (Figura 1b).
- Suelo franco-arenoso (62,9% arena, 23,2% limo y 13,9% arcilla), materia orgánica de 1,97% y pH básico (8,04).
- La Figura 2 muestra las condiciones meteorológicas durante el período de estudio.



Figura 3. Sensor para medida de contenido de humedad del suelo (izquierda) y registrador de datos (derecha).

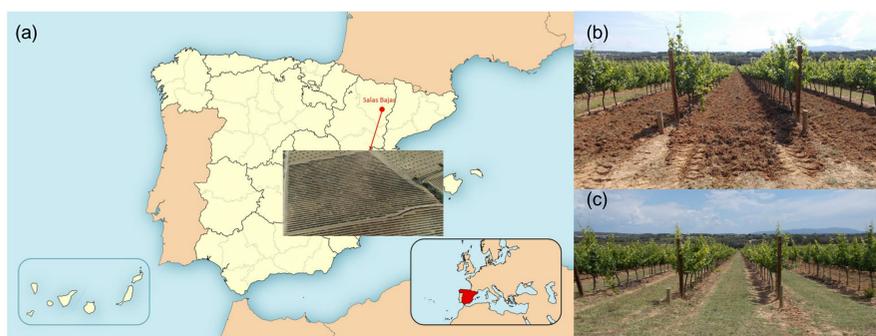


Figura 1. Localización del viñedo de estudio (a) y vista de los tratamientos de gestión de suelo: laboreo (b) y cubierta vegetal (c).

Monitorización de θ_s y Ψ_{tallo}

- Dos conjuntos de sensores por tratamiento (laboreo y cubierta vegetal) para medir θ_s (TEROS10, Meter Group Inc. Pullman, Washington, USA) a 10, 30 cm y 50 cm de profundidad entre dos cepas, a una distancia aproximada de 40 cm del tronco de cada una (Figura 3).
- Entre junio y septiembre, medidas mensuales de Ψ_{tallo} en las dos cepas al lado de los sensores con el fin de correlacionarlas con los registros de θ_s . Adicionalmente, se midió Ψ_{tallo} en otras 5 cepas por tratamiento para conocer el efecto de este sobre el estado hídrico de la vid. Las medidas se realizaron con una cámara de presión (Pump-Up, PMS Instruments Company, Albany, Oregón, USA) (Figura 4) siguiendo las recomendaciones de Choné et al. (2001).

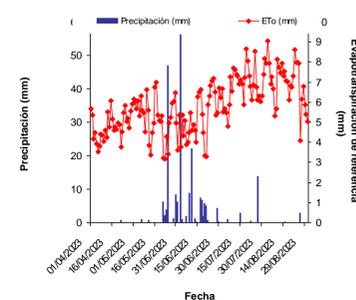


Figura 2. Evolución de la precipitación y la evapotranspiración de referencia durante el período de estudio (abril – agosto 2023).

Análisis de datos

- Se verificó el efecto del manejo del suelo sobre el Ψ_{tallo} mediante un análisis de varianza. Las relaciones entre θ_s y Ψ_{tallo} se determinaron mediante regresión.



Figura 4. Medida del potencial hídrico de tallo a mediodía utilizando una cámara de presión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evolución de Ψ_{tallo} a lo largo de la campaña fue similar bajo las dos estrategias de gestión del suelo (Figura 5), detectándose diferencias significativas tan solo a principios de agosto, cuando Ψ_{tallo} fue más negativo en el tratamiento con cubierta vegetal (Figura 5).

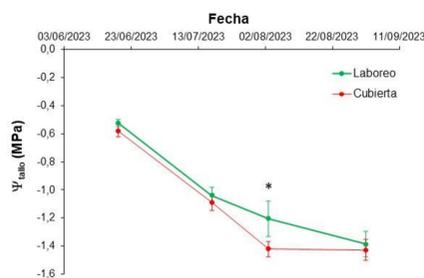


Figura 5. Evolución temporal del potencial hídrico de tallo (Ψ_{tallo}) en cepas de la variedad 'Riesling' cultivadas bajo dos estrategias de gestión del suelo: laboreo y cubierta vegetal. El asterisco indica diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

Bajo las condiciones de este estudio, la cubierta vegetal no provoca un estrés hídrico excesivo en la viña, ya que no se han apreciado diferencias significativas en los valores de Ψ_{tallo} entre las dos estrategias de gestión del suelo consideradas. 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 y, por otra parte, a que la viña capta el agua de capas más profundas del suelo a las que no alcanza el sistema radicular de la vegetación presente en la cubierta.

Tabla 1. Coeficientes de correlación lineal de Pearson obtenidos para los pares de datos de potencial hídrico de tallo a mediodía solar (Ψ_{tallo}) en vid y el contenido volumétrico de agua en el suelo (θ_s) a tres profundidades. Se indica el p-valor de cada relación.

	θ_s 10 cm	θ_s 30 cm	θ_s 50 cm	θ_s 10 – 50 cm
Ψ_{tallo}	0,923	0,961	0,708	0,947
p-valor	< 0,001	< 0,001	0,01	< 0,001

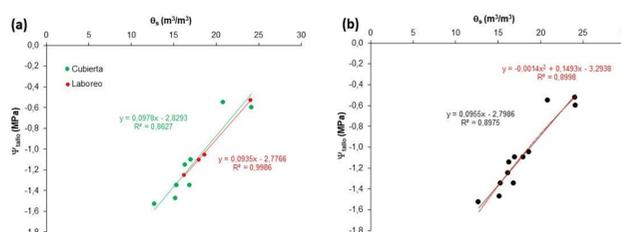


Figura 6. Relaciones entre el contenido de agua en el suelo (θ_s) promedio entre 10 y 50 cm de profundidad y el potencial hídrico de tallo (Ψ_{tallo}) en cepas de la variedad 'Riesling' cultivadas bajo dos estrategias de gestión del suelo: laboreo y cubierta vegetal. (a) Relaciones individualizadas por tratamiento de gestión del suelo y (b) relaciones generales con todos los datos disponibles.

Los registros de θ_s se correlacionaron significativamente con las medidas de Ψ_{tallo} , observándose el valor de r más elevado para 30 cm y el más bajo para 50 cm (Tabla 1). Las pendientes de las rectas de regresión apenas variaron en función de la estrategia de manejo del suelo (Fig. 6a). Cuando se combinan los datos de ambos tratamientos, una ecuación de segundo grado ofrece un coeficiente de determinación más elevado (Fig. 6b). Esto parece indicar que la mayor parte del agua captada por las raíces de la viña en este estudio procede de esa capa de suelo. Las relaciones obtenidas son lineales, al contrario que otros autores que observaron relaciones curvilíneas (Williams y Trout, 2005). Sin embargo, no siempre se ha podido detectar una relación significativa entre θ_s y Ψ_{tallo} (Asenjo y Yuste, 2003), lo que parece estar debido a condiciones locales. De acuerdo con la relación de la Fig. 6b, al 50% del volumen de agua disponible para la planta en este suelo ($\approx 18\%$), Ψ_{tallo} sería -1,07 MPa, por lo que, según van Leeuwen et al. (2009), la vid se encontraría sufriendo unas condiciones de estrés hídrico moderado.

CONCLUSIÓN

Las medidas de θ_s promediadas entre 10 y 50 cm de profundidad constituyen un indicador fiable de la disponibilidad de agua en el suelo. Los registros a 30 cm de profundidad presentaron una correlación más estrecha con Ψ_{tallo} , lo que sugiere que las raíces del viñedo extraen agua, fundamentalmente, de esta capa del suelo. Estos resultados ponen de manifiesto la enorme importancia de la elección de la profundidad a la que se instalan las sondas.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y ha sido financiado por MCIN con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1). Se agradece al gerente de la bodega Viñas del Vero por facilitar la realización de este trabajo en uno de sus viñedos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asenjo JL, Yuste J (2003) *Estudios de la Zona No Saturada del Suelo*, 6, 177-180.
- Choné X, et al. (2001) *Annals of Botany*, 87, 477-483.
- Medrano H, et al. (2015) *Agronomy for Sustainable Development*, 35, 499-517.
- Rienth M, Scholasch T (2019) *OENO One*, 4, 619-637.
- van Leeuwen C, et al. (2009) *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 43, 121-134.
- Williams LE, Trout TJ (2005) *American Journal of Enology and Viticulture*, 56, 357-366.



XVI SPANISH-PORTUGUESE SYMPOSIUM ON PLANT WATER RELATIONS
 NEW SOLUTIONS FOR ANCIENT CHALLENGES
 Zaragoza 14-16 FEB 2024

