

Respuesta al estrés hídrico del diámetro del tronco y del flujo de savia en un olivar en seto de alta densidad

Rodríguez-Domínguez, C.M.¹, Díaz-Espejo, A.¹, Martín-Palomo, M.J.², Cuevas, M.V.¹, Pérez-Martín, A.¹, Torres-Ruiz, J.M.¹, Fernández, J.E.¹

¹Inst. de Rec. Nat. y Agrobiología de Sevilla (IRNASE - CSIC). Apto. 1052, 41080-Sevilla. España.

crdominquez@us.es

²EUITA, Departamento de Ciencias Agroforestales, Carretera de Utrera Km. 1, 41013-Sevilla. España.

RESUMEN

El experimento se está llevando a cabo durante la estación de crecimiento de 2010 en un olivar en seto de alta densidad con tres tratamientos de riego (Control con 100% de ET_c y dos tratamientos de riego deficitario controlado, RDC, con 20% y 60% de ET_c). El objetivo es determinar la utilidad de la información obtenida con distintos índices, derivados de las variaciones del diámetro del tronco y del flujo de savia en árboles representativos de cada tratamiento, para la mejora del control y programación del riego. El uso combinado de dos nuevos índices, basados en la diferencia entre el tratamiento RDC y el Control, del valor máximo diario del diámetro del tronco y de la transpiración del árbol (E_p), parece ser más útil que las intensidades de señal calculadas a partir de los valores diarios de máxima contracción diaria y de E_p .

INTRODUCCIÓN

Las medidas de la variación del diámetro del tronco (VDT) y de flujo de savia (FS) parecen ser prometedoras para la programación del riego en un buen número de especies frutales (Fernández et al. 2008, 2010). Para el olivo, sin embargo, los resultados han sido peores que para otras especies, especialmente en el caso de árboles adultos en años de carga. Cuevas et al. (2010), por ejemplo, analizaron registros de VDT en olivos 'Manzanilla' de 40 años de edad con carga abundante y encontraron que la intensidad de señal (I_s), calculada tanto a partir de la máxima contracción diaria (MCD) como de la recuperación diaria, no respondió al aumento del estrés hídrico en los árboles hasta que éste fue severo. Esta falta de sensibilidad de I_s se debió, según los autores, a la notable capacidad de absorción de agua del olivo, favorecida en el caso estudiado por encontrarse los árboles en un suelo con elevada capacidad de retención de agua. Este comportamiento coincide con los observado dos años antes en la misma parcela por Fernández et al. (en revisión), en la que se observó que la transpiración (E_p) de árboles sometidos a riego deficitario, determinada a partir de medidas de FS, no se vio afectada hasta que el descenso del agua en el suelo fue muy acentuado. Estos autores tampoco vieron una respuesta clara de la I_s , calculada tanto a partir de la MCD como de la E_p . De hecho, propusieron el uso combinado de la evolución de las diferencias entre el tratamiento deficitario y el control, de los valores máximos diarios del diámetro del tronco (MXDT) y de E_p . Se lograba así obtener una información más detallada y útil sobre el efecto del descenso de la humedad del suelo en la evolución del estrés hídrico y del consumo de agua de los árboles. Se desconoce, sin embargo, el comportamiento de este nuevo índice en plantaciones jóvenes de

olivar en seto, en las que tanto el crecimiento del árbol como el volumen de la rizosfera son muy diferentes.

El objetivo de este trabajo fue evaluar dos indicadores del estado hídrico (flujo de savia y diámetro del tronco) en una plantación de olivos 'Arbequina' en seto de alta densidad. Se comprobó la respuesta de distintos índices, derivados de los registros de ambos indicadores, al aumento del estrés hídrico durante un periodo de reducción de la frecuencia de riego.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las medidas se hicieron en un olivar comercial de unas 9 ha, en Utrera, Sevilla (37° 14' N, -5° 80' O). Los árboles, 'Arbequina' de 4 años y con carga abundante, están plantados a 4 m × 1.5 m (1667 árboles/ha). El seto tiene una altura de unos 2.5 m y una anchura máxima de 1.40 m aprox. En los primeros 0.7-0.8 m el suelo es arenoso, sin piedras, con una baja capacidad de retención del agua. Esta capa, con 85% de arena, 4 % de limo y 11% de arcilla, tiene un contenido volumétrico de agua en el suelo (θ) de 0.18 m³ m⁻³ a capacidad de campo (-0.03 MPa) y de 0.05 m³ m⁻³ para punto de marchitez (-1.5 MPa). Debajo hay una capa arcillosa, de reducida conductividad hidráulica. A partir del 18 de junio se vienen aplicando tres tratamientos de riego: un Control en el que se aplica el 100% de ET_c, y dos tratamientos de riego deficitario controlado con 20% y 60% de ET_c (20RDC y 60RDC). Se estableció un diseño de bloques al azar con cuatro parcelas elementales (p.e.) por tratamiento, de 12 m × 16 m cada una.

En tres de las cuatro p.e. de cada tratamiento se eligió un árbol representativo, que se instrumentó antes del inicio del periodo de riego con un dendrómetro (Verdtech Nuevo Campo, España) y dos sondas para la determinación del flujo de savia con el método de compensación de pulso de calor, CPC (Tranzflow, Nueva Zelanda). La instalación de los sensores se hizo en el tronco, entre 0.2 y 0.4 m del suelo. La evolución de la evapotranspiración potencial (ET_o) en la zona se obtuvo de una estación meteorológica cercana, perteneciente a la R.I.A. de la Junta de Andalucía. Cada dos semanas se midió el potencial hídrico foliar antes del amanecer (Ψ_{aa}) y el potencial del tallo a mediodía (Ψ_{tallo}), con una cámara de presión (PMS Instrument Company, USA), muestreando dos hojas por árbol, en un árbol de cada p.e. A partir de los registros de VDT se calculó la intensidad de señal de la MCD, I_s MCD (Fernández et al., 2010) y la diferencia entre los valores de MXDT registrados en los árboles RDC frente al Control, tras considerar el valor inicial igual a cero, conocido como diferencia entre MXDT relativos (Fernández et al., en revisión). De igual forma, a partir de los registros de FS se calculó I_s E_p y la diferencia entre E_p relativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 22 de junio, día del año (DDA) 173, comenzó un periodo de restricción del riego en ambos tratamientos RDC, ya que la estrategia RDC aplicada contempla una reducción de la frecuencia del riego desde finales de junio a finales de agosto, periodo de tolerancia del olivo a la sequía. La Fig. 1A muestra las dosis de riego (DR) aplicadas desde ese momento hasta un mes aprox. más tarde. También muestra la evolución de la demanda atmosférica en ese periodo. El 17 de junio (DDA 168), poco antes del periodo mostrado en la Fig. 1, los valores ($n = 8 \pm SE$) de Ψ_{aa} y Ψ_{tallo} fueron $\Psi_{aa} = -0.61 \pm 0.03$ y $\Psi_{tallo} = -1.44 \pm 0.05$ en 20RDC, y $\Psi_{aa} = -$

0.55 ± 0.04 y $\Psi_{\text{tallo}} = -1.64 \pm 0.12$ en 60RDC. Ese mismo día se registraron $\Psi_{\text{aa}} = -0.48 \pm 0.03$ y $\Psi_{\text{tallo}} = -1.36 \pm 0.03$ en Control. Durante el periodo mostrado en al Fig. 1 se registró un notable aumento del estrés hídrico en los árboles RDC. Así, el 29 de julio (DDA 210), $\Psi_{\text{aa}} = -2.10 \pm 0.21$ y $\Psi_{\text{tallo}} = -3.28 \pm 0.05$ en 20RDC y de $\Psi_{\text{aa}} = -1.58 \pm 0.15$ y $\Psi_{\text{tallo}} = -3.20 \pm 0.22$ en 60RDC, frente a $\Psi_{\text{aa}} = -0.54 \pm 0.03$ y $\Psi_{\text{tallo}} = -1.47 \pm 0.04$ en Control. Durante este periodo no hubo una clara correspondencia entre la evolución de la *Is* MCD y el progresivo aumento del estrés hídrico en los árboles 20RDC y 60RDC (Fig. 1B). El valor de la *Is* E_p en 20RDC, en cambio, empezó a decrecer tan pronto como el riego pasó de ser diario a semanal (Fig. 1C); al cabo de unos 13 días (DDA 185), los valores de la *Is* E_p eran la mitad aprox. que antes de este cambio en la frecuencia del riego. Los valores de la *Is* E_p en 60RDC tardaron más en decrecer, y lo hicieron de forma menos aparente. Las evoluciones del nuevo índice propuesto por Fernández et al. (en revisión) fueron aún más claras (Fig. 2A): en 20RDC, las diferencias entre MXDT relativos empezaron a disminuir unos 10 días después de la reducción en la frecuencia del riego, mostrando desde entonces, y hasta el final del periodo considerado, un descenso continuado, salvo ligeros repuntes coincidentes con los días de riego; en 60RDC el descenso comenzó más tarde y fue mucho menos evidente. Moriana y Fereres (2002) ya habían observado que el crecimiento estacional de olivos jóvenes estaba bien reflejado en los valores de MXDT, mientras que MDS parecía más útil como indicador para la programación del riego en árboles más maduros, con un crecimiento menos activo. La respuesta más clara la mostró la evolución de las diferencias entre E_p relativas (Fig. 2B): en 20RDC, los valores de este índice comenzaron a descender inmediatamente tras la reducción en la frecuencia de riego, hasta DDA 185 aprox; en 60RDC el descenso tras el cambio en la frecuencia del riego se observó unos 4 días más tarde que en 20RDC, siendo también menos acentuado. Los valores mínimos se alcanzaron en torno a DDA 185, en ambos tratamientos. En todo el periodo se observó una buena correspondencia entre el valor de este índice y la frecuencia de riego, registrándose, en ambos tratamientos, subidas del valor del índice los días en los que se regaba. La comparación de nuestros resultados con los de Fernández et al. (en revisión), ilustra claras diferencias en la evolución del estrés y de la transpiración entre árboles jóvenes con una rizosfera pequeña y árboles adultos con un mayor volumen de suelo explorado por las raíces.

CONCLUSIONES

De todos los índices analizados, la diferencia relativa entre las E_p relativas ha resultado ser el más relacionado con la evolución del estrés en olivos jóvenes de una plantación en seto con alta densidad de planta. La *Is* MCD ha resultado inútil y la *Is* E_p ha dado información clara en el caso de los árboles 20RDC, pero para los 60RDC, menos estresados, este índice no ha resultado tan útil. Algo parecido se puede decir de las diferencias entre MXDT relativos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, proyecto AGL2009-11310/AGR. La primera autora disfruta de una beca FPI de la Junta de Andalucía.

BIBLIOGRAFÍA

Fernández et al. 2001 Heat-pulse measurements of... *Agr Water Manage*, 51:99-123.

Fernández et al. 2008 The use of sap flow measurements... *Plant Soil* 305:91-104.
 Fernández et al. 2010 Combining sap flow and trunk... *Env Exp Bot* (en revisión).
 Moriana y Fereres 2004 Plant indicators for... *Irrig Sci* 21:83-90.
 Ortuño et al. 2006 Stem and leaf water potentials, gas... *Trees*, 20:1-8.
 Green et al. 2003 Theory and practical application... *Agron J* 95:1371-1379.

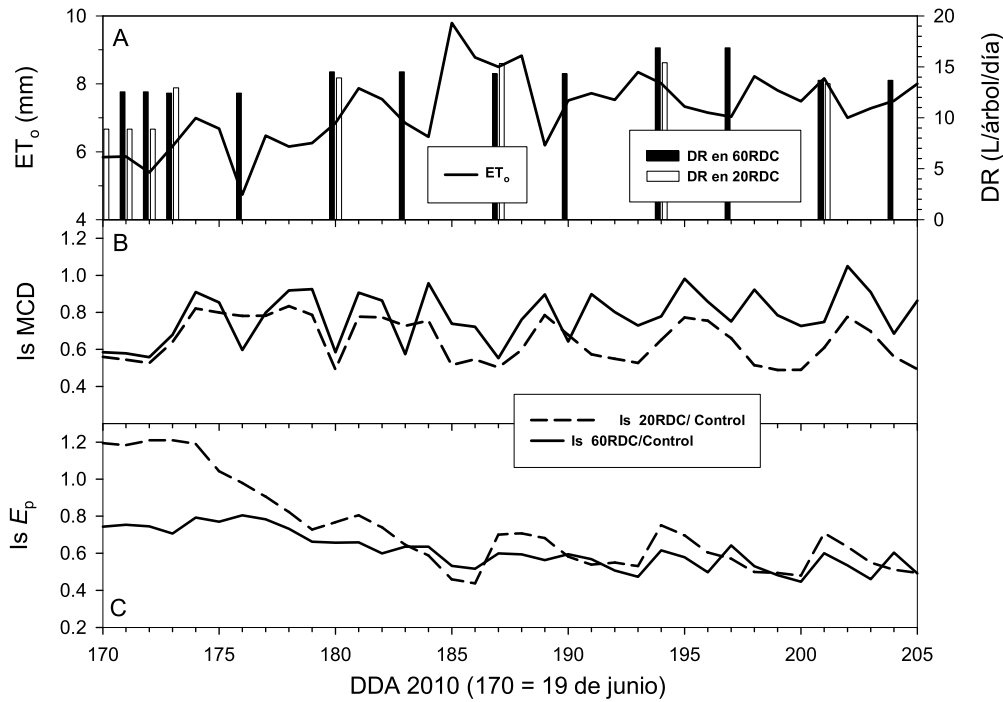


Figura 1. Evolución de la evapotranspiración potencial (ET_o) y de las dosis de riego (DR) durante un periodo de aumento del estrés hídrico en los árboles sometidos a los tratamientos de riego deficitario controlado (RDC) con el 20% y 60% de ET_c (A). Intensidad de señal (Is) calculada a partir de la máxima contracción diaria (MCD) (B) y de la transpiración de los árboles (E_p) (C). DDA = día del año.

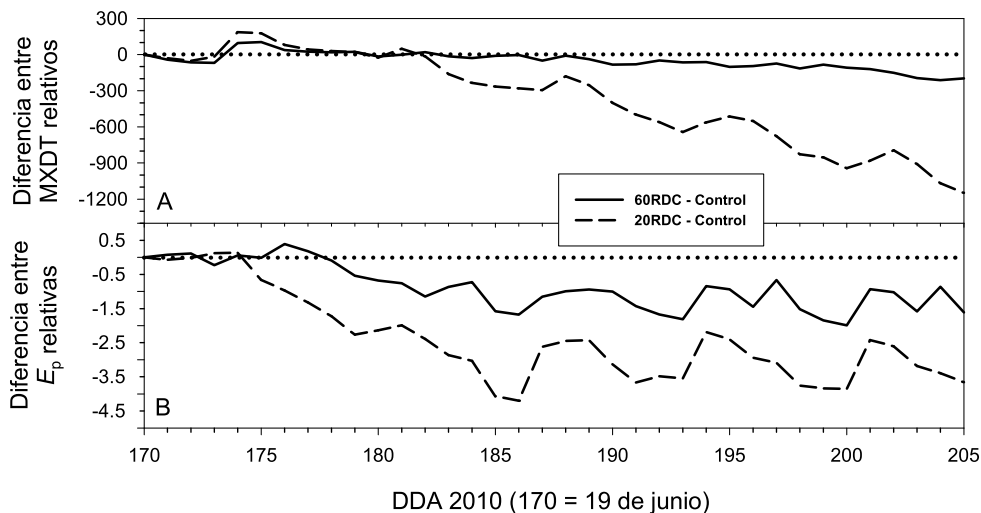


Figura 2. Diferencias entre (A) el diámetro máximo del tronco (MXDT) calculado a partir de las medidas dendrométricas en los árboles de los árboles sometidos a los tratamientos de riego deficitario controlado (RDC) con el 20% y 60% de ET_c , y los registrados en el tratamiento Control; y (B) igual pero con los máximos de los valores de transpiración (E_p) determinados a partir de medidas de flujo de savia. Los cálculos se hicieron para el periodo mostrado en la Fig. 1, tras considerar los valores registrados al principio del periodo mostrado iguales a cero. DDA = día del año.