

## Variabilidad radial y acimutal del flujo de savia en olivos plantados en seto

Elsayed-Farag S. <sup>(1)</sup>, Palomo M.J. <sup>(2)</sup>, Fernández J.E. <sup>(1)</sup>, Pérez-Martin A. <sup>(1)</sup>, Díaz-Espejo A. <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC, Apartado 1052,41080 Sevilla, Spain.

<sup>(2)</sup>CE.T.U. de Ingenieros Técnicos Agrícolas, Carretera de Utrera, km 1 41013 Sevilla, Spain.

Corresponding author. Email: [selsayed@irnase.csic.es](mailto:selsayed@irnase.csic.es)

### Resumen

La heterogeneidad de densidad de flujo de savia tanto alrededor del tronco como en profundidad respecto al cambium es un hecho bien conocido que requiere ser analizado para un correcto uso e interpretación de las estimas de transpiración a partir de las medidas de flujo de savia. Por ello, se hizo un experimento en olivos 'Arbequina' de 5 años de edad en una plantación en seto (4 m x 1.5 m) donde se instalaron cuatro sondas por árbol, en tres árboles representativos de la plantación. Los resultados han mostrado que se puede reducir el número de sondas hasta una para estimar el flujo de savia en olivos plantados en seto de esta edad. La correlación obtenida para la densidad de flujo de savia relativa entre la sección más externa del xilema conductor y las interiores frente a la conductancia estomática relativa medida en hojas jóvenes y viejas aportó evidencias sobre la hipótesis de que los vasos exteriores están preferentemente conectados a las hojas jóvenes del año.

### Introducción

La medida del flujo de savia es un método habitualmente usado en árboles frutales para estimar su consumo diario y la dinámica de la transpiración, además de resultar muy útil para la programación del riego en plantaciones comerciales. Sin embargo, presenta una serie de limitaciones entre las que destacan: 1) heterogeneidad alrededor del tronco, lo cual introduce incertidumbre sobre el número de sondas que tenemos que instalar y dónde; 2) heterogeneidad en la densidad de flujo de savia en profundidad, con respecto al cambium, que ocasiona perfiles de flujo de savia variables; 3) y, por último, cambios estacionales de estos perfiles, relacionados con el estrés hídrico, y que aumentan su variabilidad en función de la profundidad. Los objetivos principales de este trabajo fueron: 1) determinar el número mínimo de sondas necesarias para estimar correctamente la transpiración en los árboles de la finca; 2) comprobar la hipótesis que el perfil de densidad de flujo de savia en el tronco con la profundidad refleja el comportamiento estomático de hojas jóvenes y viejas de la copa.

## **Materiales y métodos**

Se realizó un experimento durante la estación del riego del 2010 en la finca comercial "Sanabria" en Utrera. Se instalaron cuatro sondas de compensación de pulso de calor (Tranzflo NZ Ltd., Palmerston North, New Zealand) por árbol, en tres árboles representativos de la plantación. Cada sonda tenía cuatro termopares situados a 5, 10, 15 y 20 mm por debajo del cambium. Las cuatro sondas de cada árbol se conectaron a un *datalogger* Campbell CR10X (*Campbell Scientific Inc.*, USA), que controló la emisión de los pulsos (un pulso de 2 segundos cada 30 minutos). Todos los árboles se regaron al comienzo del experimento. Dos de ellos se dejaron sin riego durante 7- 10 días o hasta que desarrollaron un estrés hídrico que se reflejó claramente en las medidas del flujo de savia y conductancia estomática. Se intentó no llegar a valores de estrés muy severo, para garantizar plena recuperación tras un riego posterior. El potencial hídrico se midió utilizando una cámara de Scholander, dos días a la semana, dos veces al día, al amanecer y al mediodía, en hojas soleadas y en hojas tapadas cercanas al tronco. Se hicieron medidas simultáneas del intercambio gaseoso con un analizador portátil de infrarrojos (Licor 6400. Licor, Nebraska, USA), en hojas jóvenes y viejas, también dos veces al día. Se utilizaron sondas Profile probe (Delta-T Devices Ltd, Cambridge, UK) para medir el contenido volumétrico de agua en suelo hasta un metro de profundidad. Igualmente, se midieron las principales variables meteorológicas condicionantes de la demanda atmosférica en la plantación.

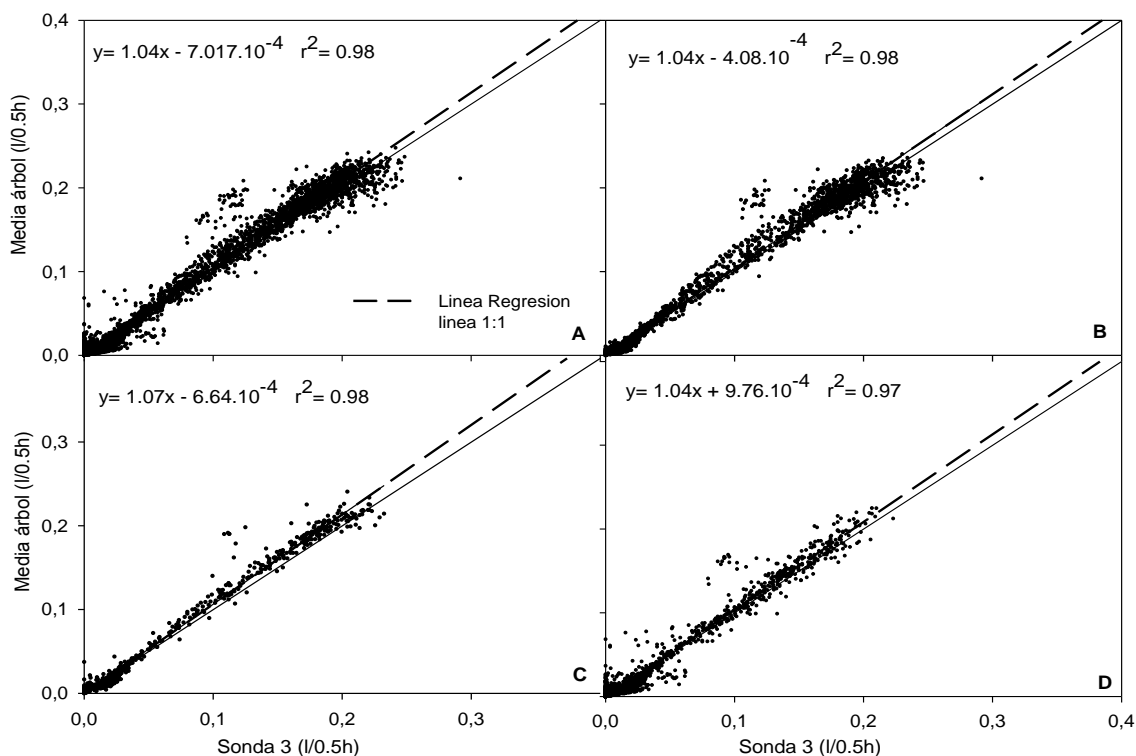
## **Resultados y discusión**

En la Fig. 1 se representa la relación entre la media de las cuatro sondas, asumiendo este valor como el más cercano a la transpiración real del árbol, y una sonda individual. Se observó una buena correlación en todos los árboles y en todas las fases analizadas del experimento. La pendiente fue siempre estable y muy cercana a 1, el coeficiente de correlación siempre superior a 0.95. Estos resultados indican que con solo una sonda se puede estimar la transpiración del árbol. La estima de la transpiración con dos sondas, mejoro aún más estos resultados. La Fig. 2 se muestra la distribución de los residuos en función de las principales variables ambientales que indica que en ningún caso en el que se analiza la combinación de dos sondas existe efecto de estas variables analizadas. En la Fig. 3 se ha representado el perfil de densidad de flujo de savia respecto del cambium en el mismo árbol, dos días de diferente demanda atmosférica y a dos horas del día. A las 15:00 el cociente entre la densidad de flujo en la parte más exterior a 5 mm y la de 10 mm es menor que a las 9:00. Una de las hipótesis sugeridas para explicar estos cambios en los perfiles de flujo de savia es que los vasos más exteriores están conectados preferentemente a las hojas jóvenes y los más antiguos a las viejas. Por lo tanto, si relacionamos este cociente con el cociente de la conductancia estomática de hojas jóvenes y viejas deberíamos observar una correlación. La Fig. 4 confirma esta hipótesis y se puede ver como

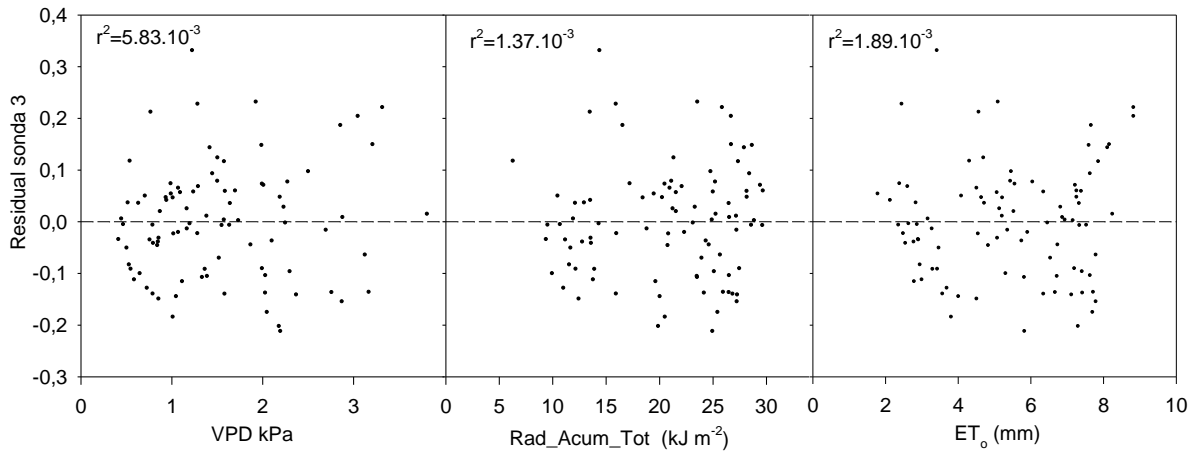
con el estrés hídrico existe relativamente un mayor cierre estomático en las hojas jóvenes, y que esto se refleja en el perfil de flujo de savia en el tronco.

### Conclusiones

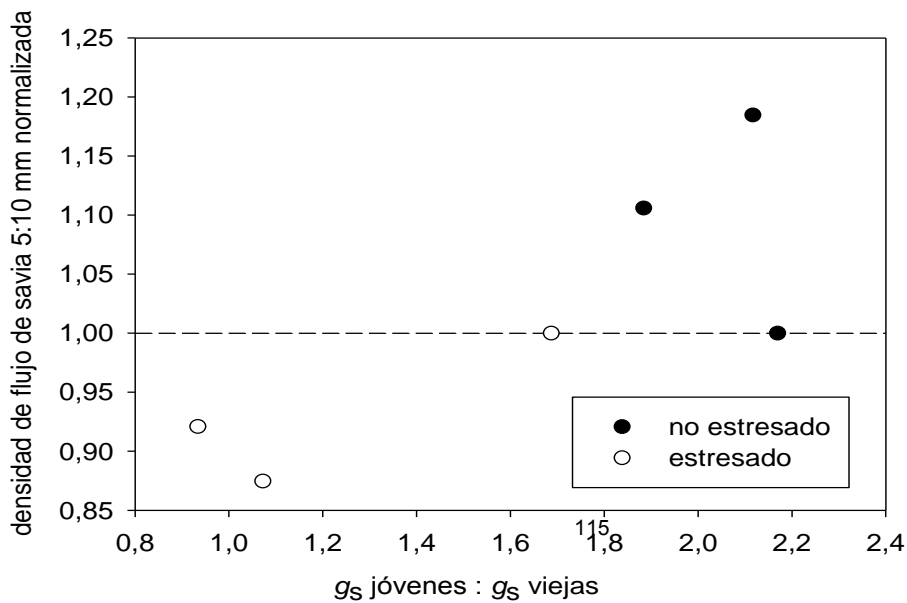
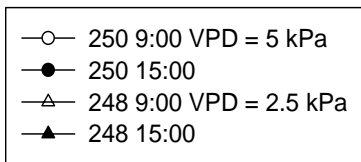
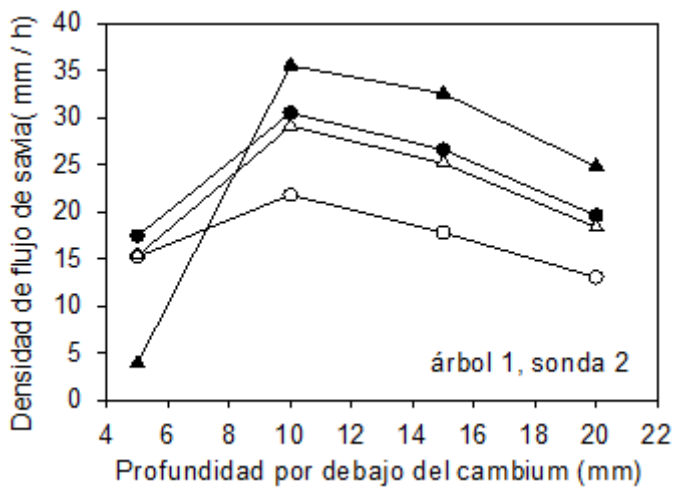
Los resultados demuestran que se puede reducir el número de sondas y que la reducción del número de sondas no afecta a una mayor sensibilidad de la estima de la transpiración en condiciones cambiantes de radiación solar, demanda atmosférica de vapor de agua, evapotranspiración potencial o disponibilidad de agua en suelo. Se mostró también que la densidad de flujo de savia con respecto al cambium no era homogénea, y además era dinámica, lo cual justifica la necesidad de medir en este especie a distintas profundidades. También los resultados mostraron que es cierta la hipótesis de que los vasos más preferentemente conectados a las hojas jóvenes, como demuestra la correlación obtenida entre la densidad de flujo de savia relativa entre la sección más externa del xilema conductor y las interiores, y la conductancia estomática medida en hojas jóvenes y viejas.



**Figura 1.** Sonda 3 correspondiente al árbol 1. A, B, C y D indican los periodos del experimento; A: todo el periodo del experimento, B: antes de parar el riego, C: cuando se paró el riego, D: después de la recuperación del riego.



**Figura 2.** Distribución de residuos frente a las medidas de  $R_{sg}$ ; la radiación solar,  $ET_o$ : Evapotranspiración potencial y VPD: vapor déficit de agua.



**Figura 3.** Perfiles radiales del flujo de savia en dos días de distinta demanda atmosférica y a dos horas del día.

**Figura 4.** Relación entre el cociente de la densidad de flujo de savia a 5 y 10 mm de profundidad respecto al cambium y el cociente de conductancia estomática entre hojas jóvenes y viejas.