

EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA FOLIAR COMO INDICADOR DEL ESTADO HÍDRICO EN NECTARINO



I.E.S. FLORIDABLANCA



Marta Alcaraz Graña y Javier Brugarolas Navarro

Tutores: Jesús Carrillo (IES)

M^a Carmen Ruiz, M^a Fernanda Ortuño y Wenceslao Conejero (CEBAS-CSIC)

1- Introducción y Objetivo

La Región de Murcia presenta unas condiciones climatológicas con temperaturas extremas y escasas precipitaciones. Esta situación provoca una agricultura baja en recursos hídricos, lo que demanda realizar investigaciones orientadas a optimizar el uso del agua de riego.

El trabajo tiene como objetivo la búsqueda de indicadores del estado hídrico que ayuden a determinar el riego óptimo en frutales de hueso. En concreto se estudia la temperatura de la cubierta vegetal (T_c), obtenida con cámara termográfica, y su relación con otros indicadores de estado hídrico de la planta.

2- Materiales y Métodos

El estudio se ha realizado en la finca experimental del CEBAS-CSIC situada en Santomera (Murcia), en una parcela de nectarinos (*Prunus persica* (L.) Batsch) de la variedad Flariba, de maduración extra-temprana, durante los meses de marzo a mayo de 2016, coincidiendo con el período de crecimiento del fruto. Los árboles están injertados sobre GxN-15, tienen 6 años de edad, están podados en vaso, con un marco de plantación de 6.5 m x 3.5 m y sistema de riego localizado.

Se aplicaron distintos tratamientos: Control bien regado con un lateral de riego (C), doble lateral de riego (D), riego con sensores de suelo y aclareo normal (S) y sin aclareo (S-NA), y un tratamiento sin riego de marzo a mayo (A).



Parcela de nectarinos



Nectarino en rama

3- Procedimiento experimental

• El **potencial hídrico de tallo** (Ψ_t) se determinó utilizando una cámara de presión (SoilMoisture Equip. Co., modelo 3000). Las medidas se realizaron a mediodía solar en hojas sanas cercanas al tronco y en la zona Norte. Las hojas fueron previamente cubiertas con papel de aluminio al menos dos horas antes de la medida (Foto 1).

• La **conductancia estomática** (gs) y la **fotosíntesis neta** (Fn) se midieron con un aparato de intercambio gaseoso portátil LI-COR, LI-6400 entre las 10-12 h en hojas soleadas (Foto 2).

• La **temperatura de la cubierta vegetal** (T_c) se midió manualmente con una cámara termográfica FLIR e60. Para ello durante la mañana de un día soleado de cada mes (28 de marzo, 21 de abril y 2 de mayo) se tomaron fotografías en las zona N, S, E y O de cada árbol, colocando la cámara a 1,5 m del árbol. En la zona E y O se cubrieron una hoja con vaselina y otra se humedeció con agua destilada a fin de obtener las temperaturas de referencia a mínima (T_{seca}) y máxima ($T_{húmeda}$) transpiración, respectivamente (Foto 3). Con ellas se calculó el índice CWSI (CropWater Stress Index) = $(T_c - T_{húmeda}) / (T_{seca} - T_{húmeda})$.

• El **crecimiento del fruto** se determinó semanalmente midiendo el diámetro ecuatorial de 20 frutos elegidos al azar con un calibre digital (Foto 4).



Foto 1. Medida de potencial hídrico de tallo con cámara de presión.



Foto 4. Medida del crecimiento del fruto con calibre digital.



Foto 2. Medida de intercambio gaseoso (gs y Fn) con aparato portátil de fotosíntesis.



Foto 3. Medida de la temperatura de la cubierta vegetal con cámara termográfica.



4- Resultados

- El crecimiento del diámetro del fruto de nectarino se muestra en la figura 1. Los árboles a los que no se había realizado el aclareo (S-NA) mostraron unos frutos con un diámetro menor que en el resto de tratamientos.
- Los valores del potencial hídrico de tallo (Ψ_t) en los árboles sin riego (A) disminuyeron en el último día de muestreo a valores de -0,7 MPa, que indican una situación de estrés hídrico, aunque de carácter ligero (Figura 2).

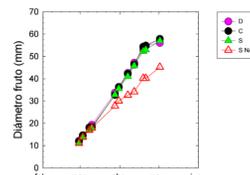


Figura 1. Diámetro del fruto de nectarino (mm) en distintos tratamientos.

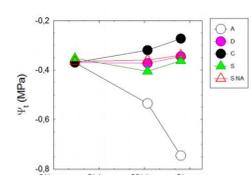


Figura 2. Potencial hídrico de tallo (Ψ_t) de nectarinos en distintos tratamientos.

Temperatura de la cubierta vegetal

- Las imágenes térmicas fueron analizadas, obteniéndose la temperatura media de la cubierta vegetal (T_c). En la figura 3 se muestran dos imágenes de la orientación Este y Oeste de los nectarinos.
- En la figura 4 se muestran los valores medios de todos los tratamientos en cada orientación durante los tres días de medida, y donde queda claro que la orientación Este del árbol mostró una temperatura mayor (aprox. 2 °C) que el resto de orientaciones, especialmente en el último día de muestreo (2 mayo).

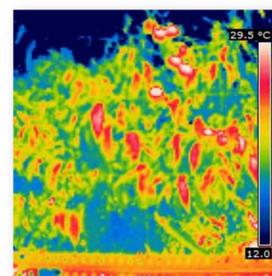


Figura 3. Imágenes térmicas de la cubierta vegetal de nectarinos en las orientaciones Este (izquierda) y Oeste (derecha) del árbol tomadas con la cámara termográfica.

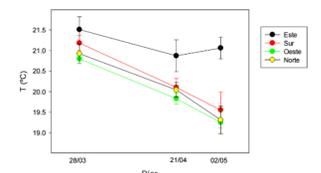
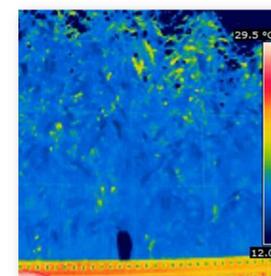


Figura 4. Temperatura de la cubierta vegetal (T_c) de nectarinos en las cuatro orientaciones.

Los índices térmicos minimizan el efecto de la variación ambiental:

- $T_c - T_a$ (Diferencia de temperatura de la cubierta con respecto a la del aire) muestra valores en la orientación Este de los árboles sin riego (A) ligeramente más altos que en el resto de tratamientos (Figura 5).
- CWSI (Crop Water Stress Index), para la orientación Este, fueron ligeramente más bajos en los árboles del tratamiento control que presentaban un mejor estado hídrico. Además, el CWSI se correlacionó con los niveles de conductancia estomática, lo que muestra la relación de la temperatura foliar y el grado de apertura de los estomas (Figura 6).

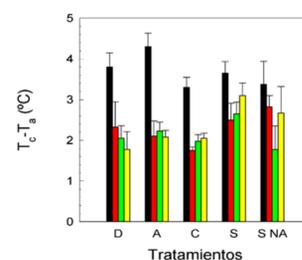


Figura 5. Diferencia entre la temperatura de la cubierta vegetal y la temperatura del aire ($T_c - T_a$) de nectarinos en las cuatro orientaciones y los distintos tratamientos.

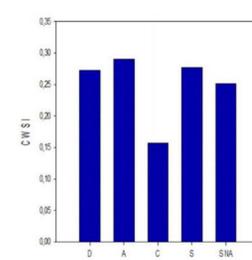
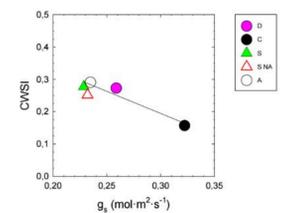


Figura 6. CWSI de nectarinos en los distintos tratamientos (izquierda) y relación entre el CWSI y la conductancia estomática (gs) (derecha).



4- Conclusiones

- La temperatura foliar medida con termografía de infrarrojos ha resultado ser un buen indicador del estado hídrico de nectarinos, si bien con niveles de déficit hídrico muy ligeros, debido a las condiciones de baja demanda evaporativa de la atmósfera en las que se realizó el ensayo, por lo que es necesario realizar estudios bajo condiciones más extremas.
- La orientación Este del árbol mostró las temperaturas más altas y la Oeste las más bajas.
- La diferencia de temperatura entre las hojas y el aire fue ligeramente mayor en los árboles con déficit hídrico.
- El índice CWSI se correlacionó con los niveles de conductancia estomática, lo que demuestra la relación de la temperatura foliar y el grado de apertura de los estomas.

5- Bibliografía

- Ballester C., Castel J., Jiménez-Bello M.A., Intrigliolo D.S., Castel J.R. 2012. Indicadores de estrés hídrico en cítricos. XXX Congreso Nacional de Riegos. Albacete.
- García-Tejero, I. F., J. M. Costa, R. S. N. Lima, V. H. 2012. <http://www.innovagri.es/gestion-del-agua/termografia-infrarrojos-agricultura.html>.
- Gómez-Bellot, M.J., Ortuño M.F., Nortes P.A., Álvarez, S., Bañón, S., Sánchez-Blanco M.J. 2012. Utilización de la temperatura del dosel vegetal para estimar el estado hídrico de plantas de *Euonymus japonica* regadas con agua de distinto origen y calidad. XI Simposio Hispano-Portugués de Relaciones Hídricas en las plantas. Sevilla.
- Hsiao, T.C. 1990. Measurements of plants water stress. En: Irrigation of Agricultural Crops. Agronomy Monograph N° 30. USA, 243-279.
- McCutchan, H., Shackel, K.A. 1992. Stem water potential as a sensitive indicator of water stress in prune trees (*Prunus domestica* L. cv. French). Journal of the American Society for Horticultural Science 117: 607-611.

6- Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con el proyecto del Ministerio de Economía y Competitividad-fondos FEDER (AGL2013-49047-C02-2R). Los autores son miembros del Grupo de Excelencia Científica de la Región de Murcia (Fundación Séneca 9903/GERM/15).

