

# REGADÍOS

NUTRICIÓN Y RIEGO

## ¿Afecta el riego deficitario a la composición mineral foliar del melocotonero?



En este trabajo se estudia el efecto de diferentes tratamientos de riego deficitario sobre la dinámica de nutrientes en hojas de melocotonero extra-temprano bajo condiciones mediterráneas. Los tratamientos deficitarios (sostenido, controlado, parcial de raíces y basado en el contenido de agua en el suelo) se compararon con un control (sobre-riegado). La dinámica de nutrientes no resultó afectada por el riego deficitario, aunque la cantidad absorbida fue ligeramente modificada. Las estrategias de riego deficitario en melocotonero permiten una mayor eficiencia en el uso del agua de riego y no tienen ningún efecto sobre la nutrición mineral de la hoja.

Isabel Abrisqueta

Lidia López-Martínez

José M<sup>o</sup> Abrisqueta

Juan Vera

M<sup>o</sup> Carmen Ruiz-Sánchez\*

Dpto. Riego, Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), Apartado 164, 30100 Espinardo, Murcia

Unidad Asociada al CSIC de 'Horticultura Sostenible en Zonas Áridas' (Universidad Politécnica de Cartagena-CEBAS)

\*Autor para correspondencia: mcruiz@cebas.csic.es

Rosario Quezada-Martín

Juan P. Munguía-López

Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA-CONACYT) Blvd. Enrique Reyna Hermosillo 140 C.P. 25100, Saltillo, Coah. México.

La escasez de agua en las zonas áridas y semiáridas demanda un uso más eficiente del agua de riego, así como el empleo de técnicas de gestión que permitan una reducción del recurso sin afectar a la productividad de los cultivos. Sin embargo, tanto el desarrollo de la planta como la cosecha son muy sensibles a la reducción del riego (Chalmers *et al.*, 1983). Además, el riego deficitario, total o parcial (riego parcial de raíces) provoca cambios en la rizosfera (Dodd, 2009), lo que puede afectar a la distribución de nutrientes y su disponibilidad para las plantas (O'Toole y Baldia, 1982; Alam, 1999). Esto puede

ser importante para la adecuada gestión de la fertilización de cultivos bajo condiciones de riego deficitario, a fin de evitar deficiencias o toxicidades nutricionales y conseguir un uso más eficiente de los fertilizantes.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de diferentes tratamientos de riego deficitario en la dinámica de nutrientes minerales de hojas de melocotonero extra-temprano bajo condiciones mediterráneas.

### LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

El estudio se realizó en 2009 en una parcela de 0,8 ha de la es-

tación experimental del CEBAS-CSIC, situada en Santomera-Murcia (38° 06' N, 1° 02' O), con melocotoneros adultos (*Prunus persica* [L] Batsch) cv. Flordastar, de maduración extratemprana (recolección primera semana de mayo), injertados sobre patrón GF-677, con un marco de plantación de 5 m x 5 m y con un clima mediterráneo semiárido (404 mm de precipitación y 1367 mm de evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>0</sub>)). El suelo es altamente calcáreo, pedregoso y poco profundo, con una textura franco-arcillosa y bajos niveles de materia orgánica y capacidad de cambio catiónico. El sistema de riego por goteo consistió en un lateral por fila de árboles, con ocho emisores por árbol con un caudal nominal de 2 L h<sup>-1</sup>, situados cada 0,5 m a cada lado del tronco.

## TRATAMIENTOS DE RIEGO DEFICITARIO ENSAYADOS

- Control: Regado diariamente por encima de sus necesidades a fin de conseguir condiciones no limitantes de agua en el suelo (≈130% de la evapotranspiración del cultivo (ET<sub>c</sub>)). Los requerimientos hídricos se determinaron de acuerdo con los datos de evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>0</sub>), calculados con la ecuación de Penman-Monteith a partir de datos de la estación meteorológica automática instalada en la propia finca, y los coeficientes de cultivo propuestos por FAO (Allen et al. 1998).
- Riego deficitario sostenido (RDS): Regado al 50% de la ET<sub>c</sub> durante todo el ciclo.
- Riego parcial de raíces (RPR): Regando al 50% de la ET<sub>c</sub> alternativamente a un lado y otro del árbol y cambiando cada 15-30 días.
- Riego deficitario controlado (RDC): Regado al 100% de la ET<sub>c</sub> sólo durante la fase III de crecimiento del fruto y al 25% el resto del ciclo
- Tratamiento con control automático del riego (CAR): Basado en el mantenimiento del contenido de agua en el suelo en el perfil 0-50 cm dentro del rango de agua fácilmente disponible para la planta, en función de las lecturas de sondas de capacitancia.

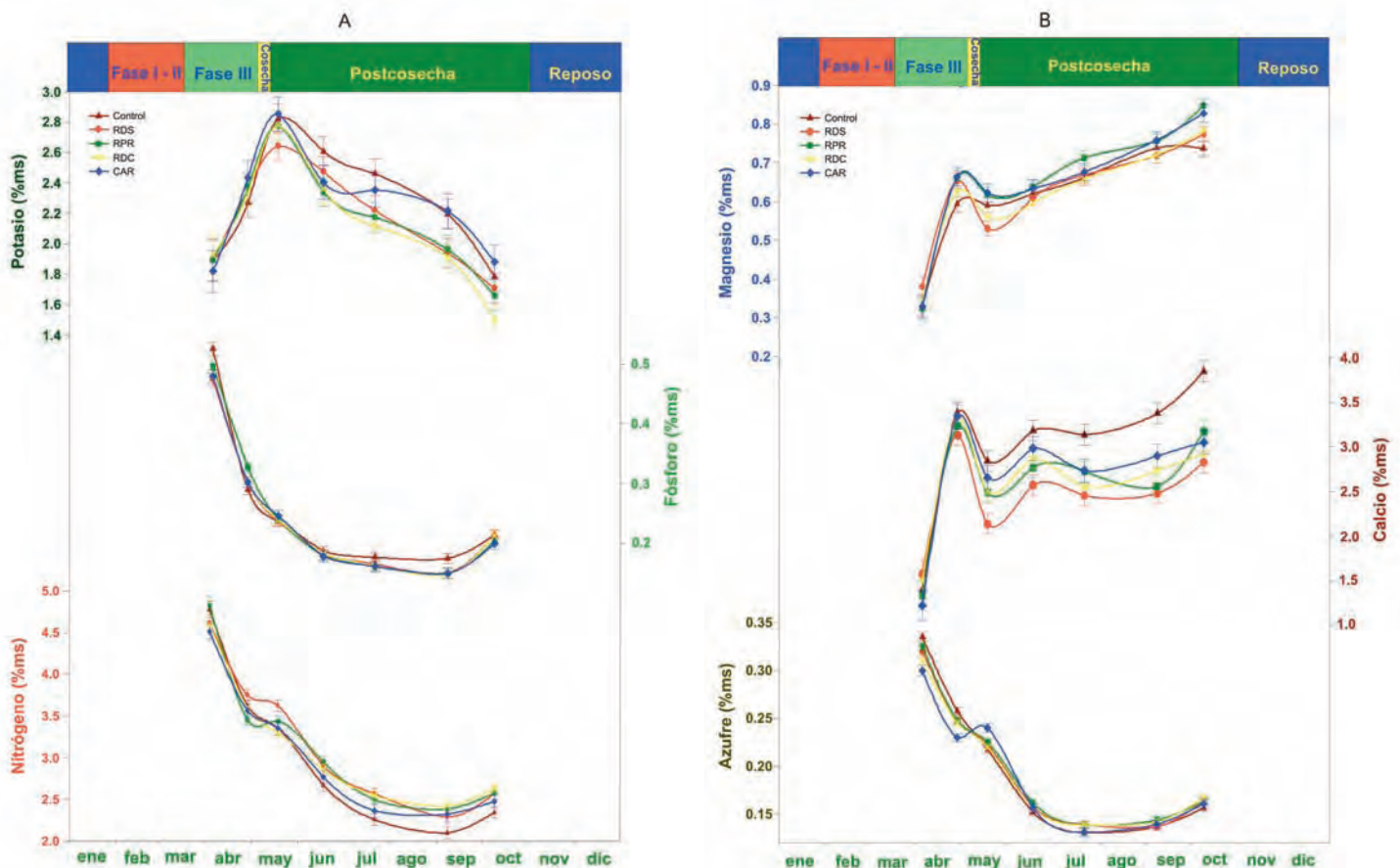
## DISEÑO DEL RIEGO

Estos tratamientos se distribuyeron con un diseño completamente aleatorio y con cuatro repeticiones, cada una formada

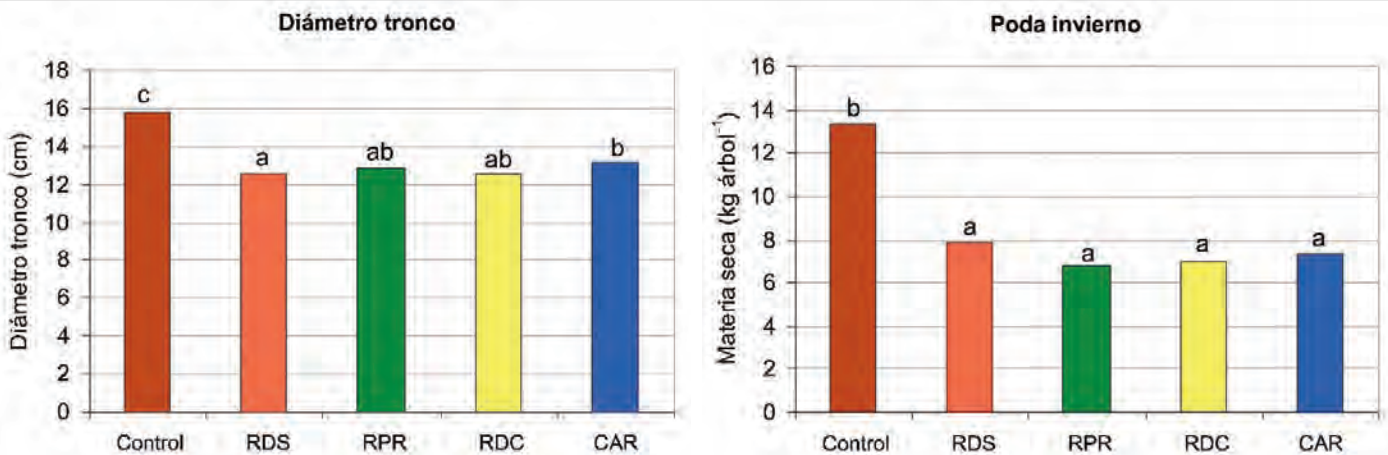
por una fila de 12 árboles. Cada tratamiento disponía de un contador volumétrico con salida de pulsos. Se aplicó un total de 1032, 476, 499, 419 y 443 mm año<sup>-1</sup> en los tratamientos Control,

RDS, RPR, RDC y CAR, respectivamente. Todos los tratamientos recibieron la misma cantidad de fertilizantes con un equilibrio de 195-110-180 en UF (kg ha<sup>-1</sup>) para N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente.

FIGURA 1 / Dinámica estacional de la concentración foliar de macronutrientes: (A) nitrógeno, fósforo y potasio; (B) azufre, calcio y magnesio, en melocotonero Flordastar bajo distintos tratamientos de riego: Control (▲), RDS (●), RPR (■), RDC (X) y CAR (◆). Cada punto corresponde a la media de 4 repeticiones. Las barras sobre los puntos son ± el error estándar.



**FIGURA 2 / Crecimiento vegetativo: diámetro del tronco y peso de poda de melocotonero Flordastar en los distintos tratamientos de riego. Letras distintas indican la existencia de diferencias significativas según el test de la LSD<sub>0.05</sub>.**



## ANÁLISIS DE NUTRIENTES

La concentración de nutrientes se determinó en muestras de hojas tomadas mensualmente (80 hojas adultas de la parte media del tallo, por tratamiento y repetición). El nitrógeno total se determinó mediante un analizador elemental C/N (Leco Truspec CN). Los niveles de fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio se determinaron después de una digestión ácida utilizando un analizador ICP-OES (plasma de acoplamiento inductivo óptico: ICAP 6500 Duo termo). Al final de la estación (diciembre) se evaluó el crecimiento vegetativo midiendo el diámetro del tronco con un pie de rey y controlando el peso de madera eliminada en las labores de poda en diez árboles de cada tratamiento y repetición.

## RESULTADOS

La dinámica de nutrientes en hojas de melocotonero mostró un patrón estacional típico con niveles de nitrógeno, potasio y azufre altos al inicio de la estación de crecimiento, que disminuyen de forma acusada durante el periodo de activo crecimiento de brotes y frutos (**Gráfico 1A**). Por contra, las concentraciones de calcio y magnesio

fueron bajas al comienzo de la temporada y aumentaron hasta la recolección, permaneciendo en niveles altos hasta el final de la estación debido a su escasa movilidad en la planta (**Gráfico 1B**). Similares variaciones estacionales en la dinámica de macronutrientes han sido encontradas en otros frutales caducifolios (Ruiz Sánchez *et al.*, 1987; Jasso *et al.*, 1999).

### ► Evolución del nitrógeno

Se encontraron ligeras diferencias en las concentraciones de nutrientes entre los tratamientos de riego, siendo las más importantes en nitrógeno, potasio y calcio (**Gráfico 1**). La disminución pronunciada en la concentración de nitrógeno foliar en los árboles del tratamiento control fue mayor que en la de los tratamientos deficitarios (especialmente el de RDC), lo que puede deberse a la mayor biomasa de estos árboles (Abrisqueta *et al.* 2010), tal y como indica el mayor tamaño del tronco y la mayor cantidad

de biomasa eliminada en las labores de poda de los árboles de este tratamiento, en comparación con la de los árboles de riego deficitario (**Gráfico 2**). La translocación de este elemento hacia los puntos de reserva, mayor en el caso de tratamiento control, provoca así un efecto de dilución en las hojas, tal y como mencionan Jasso *et al.* (1999) y Egea *et al.* (2010).

Asimismo, la baja concentración de nitrógeno en el tratamiento control puede venir dada por la mayor lixiviación de nitrógeno fuera de la zona de actividad radical (Jing *et al.*, 2009), ya que en el tratamiento control se aplicó riego en exceso ( $\approx 130\%$  de la ETc). En este punto merece ser destacado que los riegos deficitarios limitan la lixiviación de nutrientes (Nakajima *et al.*, 2004), lo cual puede ser considerado como un beneficio añadido a la reducción de costes de riego (ahorro de agua) y de manejo del cultivo (labores de poda), así como a la prevención por contaminación de aguas subterráneas.

**// EL RIEGO DEFICITARIO PROVOCA LIGEROS CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN DE NUTRIENTES EN EL SUELO SIN AFECTAR A LA ABSORCIÓN POR LA PLANTA //**

### ► Evolución del potasio y calcio

La reducción en la concentración foliar de potasio en los árboles bajo condiciones de riego deficitario (**Gráfico 1A**) también se ha observado en almendro (Ruiz Sánchez *et al.*, 1987), peral (Brun *et al.*, 1985) y uva (Nakajima *et al.*, 2004) y ha sido asociada con un efecto directo sobre la reducción en las tasas de transpiración bajo condiciones de déficit hídrico. De la misma forma, la disminución de la transpiración de las plantas sometidas a déficit hídrico induce una disminución en los niveles foliares de calcio (Dodd, 2009).

### ► Periodos de estabilidad

De acuerdo con el análisis de la varianza realizado en todos los datos, los periodos de estabilidad encontrados para las concentraciones de nutrientes de hoja son los que se muestran en el **Gráfico 3**, que corresponden al periodo que abarca del día 123 al 182 desde la máxima floración, coincidiendo con la etapa inicial de postcosecha (junio-julio). Se puede concluir, por tanto, que éste es el periodo más apropiado para efectuar un muestreo foliar con fines de diagnóstico.



ECONOMICAMENTE Y ADQUIERA YA NUESTROS PACKS

# OFERTAS

- VADEMÉCUM 2012 + ECOVAD 2012
- VADEMÉCUM 2012 + ECOVAD 2012 + CD
- VADEMÉCUM 2012 + ECOVAD 2012 + APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS O FERTIRRIGACIÓN EN RIEGO POR GOTEO O ÁCAROS
- VADEMÉCUM 2012 + ECOVAD 2012 + APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS + FERTIRRIGACIÓN EN RIEGO POR GOTEO + ÁCAROS DEPREDADORES + CD

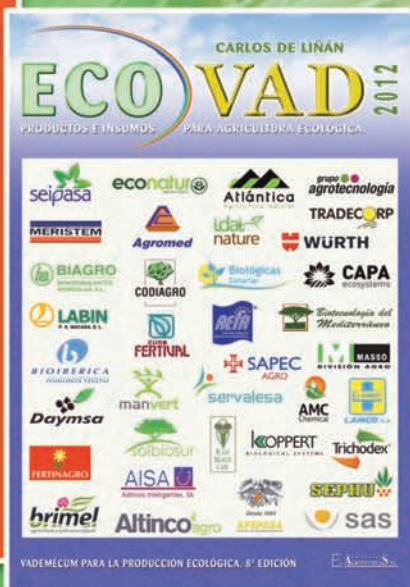
45

50€

75€

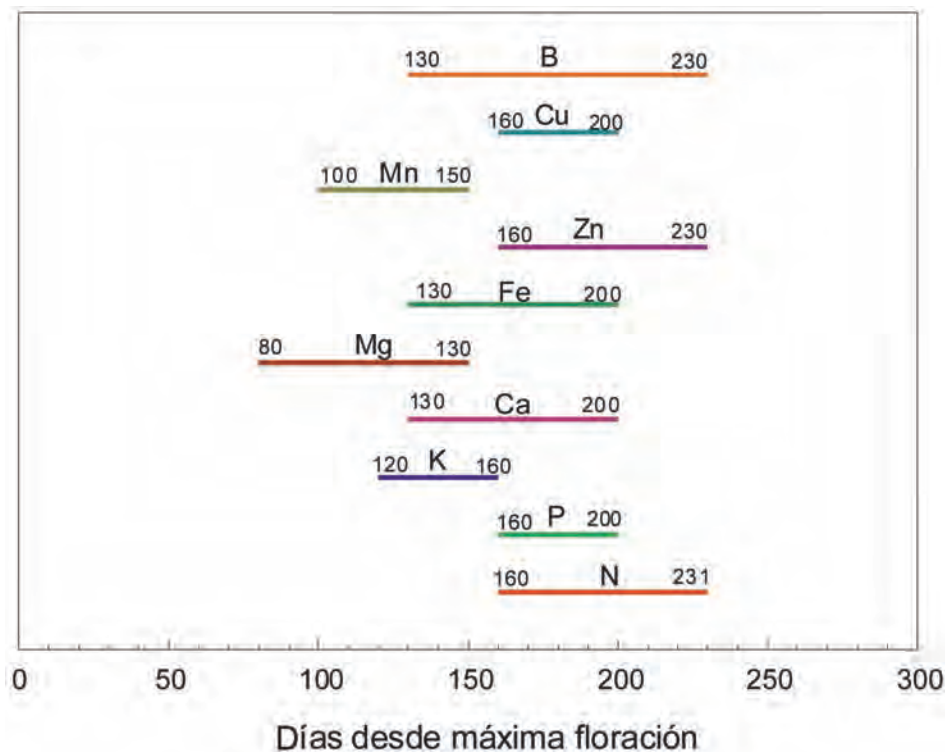
125€

*consulte otros packs!*



PRECIOS I.V.A. INCLUIDO.  
GASTOS DE ENVÍO POR PEDIDO 10 EUROS.

FIGURA 3 / Periodos de estabilidad para las concentraciones de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu y B en hojas de melocotonero Flordastar. Máxima floración: 29 enero.



## // LOS RIEGOS DEFICITARIOS LIMITAN LA LIXIVIACIÓN DE NUTRIENTES LO CUAL PUEDE SER CONSIDERADO COMO UN BENEFICIO AÑADIDO A LA REDUCCIÓN DE COSTES DE RIEGO (AHORRO DE AGUA) Y DE MANEJO DEL CULTIVO (LABORES DE PODA), ASÍ COMO A LA PREVENCIÓN POR CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS //

Hay que destacar, además, que los niveles encontrados en este periodo para todos los nutrientes estudiados se encuentran dentro del rango de normalidad establecidos para melocotonero (Sanz *et al.*, 1991).

### CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio demuestran que, aunque la cantidad de nutrientes absorbidos por la planta de melocotonero resultó ligeramente modificada por el déficit hídrico, la dinámica estacional fue similar en todos los tratamientos ensayados. De este modo, las ventajas de las estrategias de rie-

go deficitario orientadas a mejorar la eficiencia en el uso del agua fueron acompañadas por la ausencia de cualquier efecto nocivo sobre la nutrición mineral foliar.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado con los proyectos del Ministerio de Ciencia e Innovación - FEDER (AGL2010-14861) y de la Fundación Seneca, Murcia (PI/08847/08). I. Abrisqueta recibió una beca I3P-CSIC.

### BIBLIOGRAFÍA

Abrisqueta, I., Tapia, L. M., Conejero, W., Sánchez-Toribio,

M. I., Abrisqueta, J. M., Vera, J., Ruiz-Sánchez, M. C. (2010): Response of early-maturing peach [*Prunus persica* (L.)] trees to deficit irrigation. *Span. J. Agric. Res.* 8 (S2): 30-39.

Alam, S. M. (1999): Nutrient uptake by plants under stress conditions. In Pessarakli, M.: *Handbook of Plant and Crop Stress*. Marcel Dekker, New York, pp. 285-314.

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. (1998): *Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. Irrigation and Drainage 56, FAO, Roma.

Brun, C. A., Raese, J. T., Stahly, E. (1985): Seasonal response of "Anjou" pear trees to different

irrigation regimes. I. Soil moisture, water relations, tree and fruit growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110, 830-834.

Chalmers, D. J., Olson, K. A., Jones, T. R. (1983): Water relation of peach trees and orchards. In Kozlowski, T. T.: *Water Deficit and Plant Growth*. Vol. 3, Academic Press, New York, pp. 197-232.

Dodd, I. (2009): Rhizosphere manipulation to maximize 'crop per drop' during deficit irrigation. *J. Exp. Bot.* 60, 2454-2459.

Egea, G., Nortes, P., González-Leal, M., Baille, A., Domingo, R. (2010): Agronomic response and water productivity of almond trees under contrasted deficit irrigation regimes. *Agric. Water Manage.* 98, 171-181.

Jasso, C, Vera, J., Nuñez, R. (1999): Dinámica de nutrientes en hojas de melocotonero cultivado en condiciones de salinidad y riego localizado. *Frut. Prof.* 101, 43-58.

Jing, Q., van Keulen, H., Hengsdijk, H., Cao, W., Bindra-ban, P. S., Dai, T., Jiang, D. (2009): Quantifying N response and N use efficiency in rice-wheat (RW) cropping system under different water management. *J. Agric. Sci.* 147, 303-312.

Nakajima, H., Behboudian, M. H., Greven, M., Zegbe-Domínguez, J. A. (2004): Mineral content of grape, olive, apple and tomato under reduced irrigation. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 167, 91-92.

O'Toole, J. C., Baldia, E. P. (1982): Water deficits and mineral uptake in rice. *Crop Sci.* 22, 1144-1150.

Ruiz-Sánchez, M. C., Torrecillas, A., Del Amor, F., León, A. (1987): Mineral element changes in almond leaves under different irrigation regimes. *Adv. Hort. Sci.* 1, 95-97.

Sanz, M., Heras, L., Montañes, L. (1991): Foliar diagnosis in peach tree: reference nutrient contents throughout the season. *An. Aula Dei* 20, 67-73.