



Los ensayos de concentración de nutrientes en hoja en distintas variedades muestran diferencias significativas

Uno de los frutales con más futuro en Extremadura es el ciruelo japonés dada su buena adaptación a esta región. Presenta el problema de un vigor excesivo, el cual puede controlarse, además de con reguladores de crecimiento, con un control adecuado del riego y la fertilización. Para ello, investigadores del CIFA de Extremadura han realizado análisis foliares de plantaciones a lo largo de las Vegas del Guadiana, conociendo en estos momentos el estado nutricional de dichas plantaciones.

V. González⁽¹⁾, A. Abadía⁽²⁾, J. Abadía⁽²⁾, A. Vivas⁽¹⁾ y M.H. Prieto⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Departamento de Hortofruticultura. Centro de Investigación, Finca La Orden. Consejería de Infraestructuras y Desarrollo Tecnológico. Junta de Extremadura.

⁽²⁾ Departamento de Nutrición Vegetal. Estación Experimental de Aula Dei. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Zaragoza.

Extremadura cuenta con unas buenas condiciones para el desarrollo de la fruticultura, siendo uno de los sectores agrícolas de mayor crecimiento en la región en los últimos años. Uno de los frutales con un futuro más prometedor para la región es el ciruelo japonés (*Prunus salicina*), debido tanto a la buena adaptación a las condiciones edafoclimáti-

cas como a las buenas perspectivas de comercialización.

Sin embargo, uno de los problemas que presentan las plantaciones de ciruelo en la zona es el exceso de vigor. Hasta el momento se ha solucionado con el empleo de reguladores de crecimiento, pero es de prever que en un plazo breve de tiempo sean prohibidos en sistemas de producción integrada. Una alternativa sería el empleo de estrategias de riego y fertilización para reducir el crecimiento vegetativo de los árboles. Un primer paso en este sentido es caracterizar el estado nutricional de las plantaciones en la zona y conocer la incidencia de dicho estado de los árboles sobre el vigor y productividad de los mismos.

El estado nutricional de un árbol depende de la disponibilidad para el mismo de una serie de elementos minerales: los macroelementos N, P, K, Ca, Mg y S, y microelementos B, Cu, Fe, Zn, Mo, Cl, Co, Na y Si. Tradicionalmente los programas de fertilización en fruticultura se han basado en la determinación del nivel de fertilidad en suelo y en la estimación de las extracciones en fruto y madera de poda. Sin embargo, el análisis foliar es el método más empleado actualmente para caracterizar el estado nutricional de los árboles (Terry *et al.*, 1995) y detectar posibles desequilibrios y es el complemento más útil para racionalizar la fertilización de los cultivos, dirigida hacia una agricultura sostenible. Las hojas aportan un buen testimonio del estado nutritivo de las plantas y representan una síntesis muy acertada para valorar la influencia de los distin-

tos factores que participan en la producción vegetal.

Para poder realizar un diagnóstico correcto del estado nutricional del árbol, basado en la concentración de los diferentes nutrientes en hoja, es importante elegir el momento de muestreo adecuado y disponer de unos valores de referencia para cada elemento en concreto y para la especie en cuestión de forma que se pueda valorar si dicha concentración resulta excesiva, escasa o correcta para el árbol, ambos aspectos adaptados a las condiciones concretas de cultivo.

La composición mineral de la planta varía durante el ciclo vegetativo, por lo tanto, es fundamental fijar el estado fenológico más adecuado para efectuar los muestreos de hojas. De forma general, se recomienda que la toma de muestras de hojas para su diagnóstico nutricional se realice para frutales situados en el hemisferio Norte entre la segunda quincena de julio y la primera de agosto (Lattata y Panine, 1987), ya que es el momento en el que se produce una estabilización de los nutrientes en las plantas. Para la mayoría de los frutales de la región, esta fecha se da entre los 120 y 150 días después de plena floración (Espada, 1990).

Existen valores de referencia publicados para diferentes especies de hueso, obtenidos en distintas condiciones de cultivo, pero la información sobre ciruelo japonés es escasa, y prácticamente nula si se trata de información sobre plantaciones extremeñas, y tampoco se dispone de información sobre las variaciones entre variedades en dichos niveles.

En este trabajo se plantea:

- Disponer de una estimación sobre los rangos de concentración en hojas de ciruelo japonés de macronutrientes y micronutrientes en las Vegas del Guadiana.
- Conocer la influencia del tipo de variedad sobre dichas concentraciones, cultivadas en las Vegas del Guadiana.

■ Materiales y métodos

Se seleccionaron un total de 21 parcelas de ciruelo japonés con tres árboles en cada una; árboles en plena producción y con diferencias en cuanto a su aspecto visual, para disponer de un rango amplio en cuanto a disponibilidad de nutrientes, abarcando un área geográfica de aproximadamente 200 km de longitud a lo largo de las Vegas del Guadiana, incluyendo las principales

CUADRO I. RELACIÓN DE LAS ESPECIES, CICLOS VEGETATIVOS, VARIEDADES, LOCALIZACIÓN DE LAS PARCELAS Y NÚMERO ASIGNADO A CADA UNA DE ELLAS. (CC: CIRUELO TEMPRANO, CL: CIRUELO TARDÍO).

Especies	Ciclos	Variedad	Localización	Parcelas
Ciruelo japonés	Temprano	cc1	Vegas Bajas	1,2,3,4,5
		cc2	Vegas Altas	1,2,3,4,5
	Tardío	cl3	Vegas Bajas	1,2,3,4,5,6
		cl4	Vegas Altas	1,2,3,4,5

zonas de cultivo de ciruelo japonés en Extremadura. Cada agricultor seguía su propia pauta de fertilización, con diferencias notables entre parcelas, así como en los tipos de suelos de las mismas. Se seleccionaron un total de cuatro variedades con diferencias en fecha de recolección, dos variedades de ciclo corto y dos de ciclo largo. Se han considerado como variedades de ciclo temprano aquéllas cuya fecha de recolección se sitúa entre mayo y junio, y como tardías, las que se recogen entre julio y agosto (**cuadro I**).

Se analizaron las concentraciones en hoja de los siguientes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn a los 120 días después de plena floración. Cada muestra constaba de cien hojas maduras de cada uno de los árboles del tercio medio de los brotes del año a la altura del hombro y alrededor de toda la copa del árbol. Una vez recogidas, se guardaron inmediatamente en bolsas papel y se mantuvieron refrigeradas en una nevera portátil hasta su procesado. En el laboratorio se siguió un protocolo de lavado, con posterior secado a 60 °C y molienda. Sobre ese polvo se realizaron las determinaciones analíticas de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn.

Los análisis se realizaron según los métodos oficiales de análisis del MAPA, en el Laboratorio General del Centro de Investigación La Orden. Los resultados obtenidos se compararon con los niveles de referencia para ciruelo europeo que aparecen publicados por Jones *et al.* (1991), aunque hay que tener en consideración que se trata de dos especies distintas. Sólo se han encontrado valores de referencia para ciruelo japonés en la Universidad de California para nitrógeno.

■ Resultados

• **Nitrógeno.** Un análisis global de la concentración foliar de N (**figura 1**), nos permite observar que al considerar todas las variedades en conjunto, existe un amplio rango de concentraciones que comprenden desde árboles deficitarios hasta excedentarios, según los niveles de referencia para ciruelo europeo. Sin embargo, se observa que las variedades de ciclo largo tienden a presentar valores en exceso mientras que en variedades tempranas se presentan las concentraciones más bajas. Esto podría indicar que es posible que sean necesarios niveles de referencia diferentes para este elemento o en la fecha de muestreo en función del ciclo de la variedad o tal vez estén relacionadas con diferencias intervietales en las necesidades de fertilizantes.

• **Fósforo.** No se observan deficiencias en el contenido foliar de P en variedades de ciclo corto con las referencias del ciruelo europeo (**figura 2**). En las variedades de ciclo largo se puede apreciar que el contenido de P es menor; así, la variedad "cl3" presenta valores cercanos al límite inferior del rango establecido para la comparación.

FIGURA 1.

Contenido de N foliar (%) de ciruelo japonés. Cada barra corresponde a un árbol individual, los 3 consecutivos son los 3 árboles de una misma parcela. Las líneas horizontales representan los valores máximos y mínimos del rango establecido para ciruelo europeo.

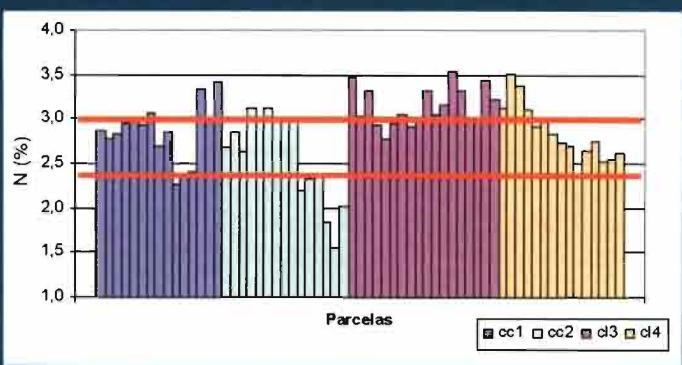


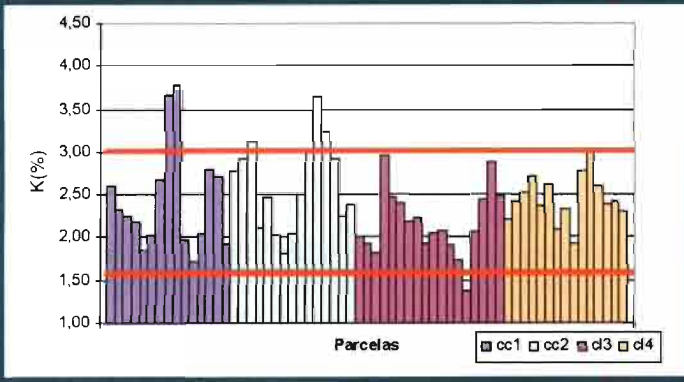
FIGURA 2.

Contenido foliar de P en ciruelo japonés. Cada barra corresponde a un árbol individual, los 3 consecutivos son los 3 árboles de una misma parcela. Las líneas horizontales representan los valores máximos y mínimos del rango establecido para ciruelo europeo.



FIGURA 3.

Contenido foliar de K en ciruelo japonés. Cada barra corresponde a un árbol individual, los 3 consecutivos son los 3 árboles de una misma parcela. Las líneas horizontales representan los valores máximos y mínimos del rango establecido para ciruelo europeo.



• **Potasio.** Las concentraciones de K en hoja, de forma general, se encuentran dentro de los límites establecidos para ciruelo europeo (figura 3). Sin embargo, se aprecia que en la variedad "cl3" hay deficiencias, mientras que en las variedades de ciclo corto encontramos excesos.

• **Calcio.** El contenido foliar de Ca presenta un amplio rango de distribución en todas las variedades analizadas (figura 4). Las concentraciones de Ca en hojas están prácticamente dentro del rango correspondiente a ciruelo europeo en todas las variedades, con una tendencia a estar cercanas al límite superior, en algunos casos sobrepasando ese límite, aunque también encontramos algunas deficiencias.

• **Magnesio.** No se observan deficiencias en Mg en hojas (figura 5). La variedad "cl4" está dentro del rango, mientras que las otras tres muestran algunos excesos. Esto nuevamente nos indica bien que las necesidades de Mg son diferentes según variedades o bien que los niveles de referencia en hojas son distintos.

• **Hierro.** El contenido foliar de Fe (figura 6) abarca un amplio rango de concentración. Encontramos que las variedades "cc1" y "cl4" están dentro de los límites de comparación (Jones *et al.*, 1991). Sin embargo, en la variedad "cl3" encontramos que la concentración de Fe foliar se encuentra cercana al límite inferior. Es

importante destacar que en la variedad "cc2" hay una parcela que tiene un contenido que supera el límite más alto de los niveles de referencia para los niveles empleados en la comparación.

• **Manganeso.** El contenido de Mn foliar (figura 7) dispone de un rango amplio que comprende niveles elevados de nutriente en variedades situadas en las Vegas Altas, "cc2" y "cl4". La variedad

FIGURA 4.

Contenido foliar de Ca en ciruelo japonés. Cada barra corresponde a un árbol individual, los 3 consecutivos son los 3 árboles de una misma parcela. Las líneas horizontales representan los valores máximos y mínimos del rango establecido para ciruelo europeo.

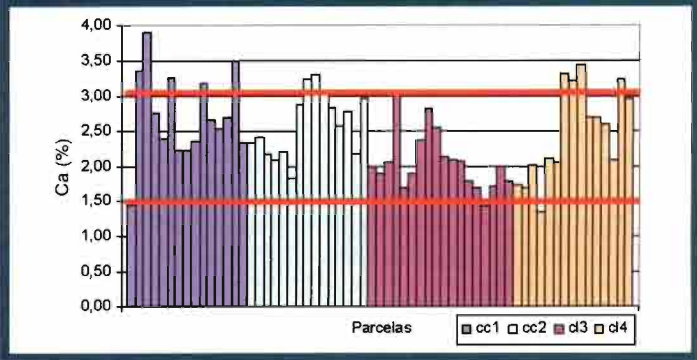


FIGURA 5.

Contenido foliar de Mg en ciruelo japonés. Cada barra corresponde a un árbol individual, los 3 consecutivos son los 3 árboles de una misma parcela. Las líneas horizontales representan los valores máximos y mínimos del rango establecido para ciruelo europeo.

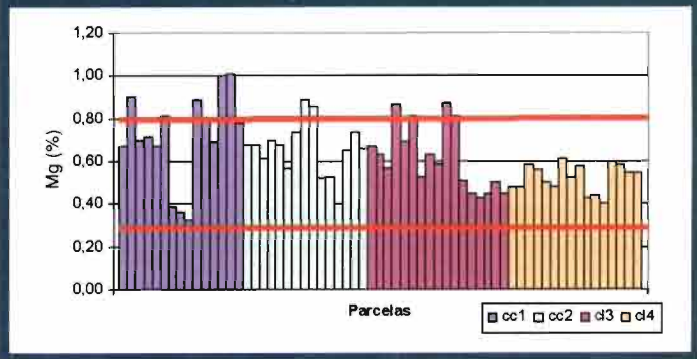
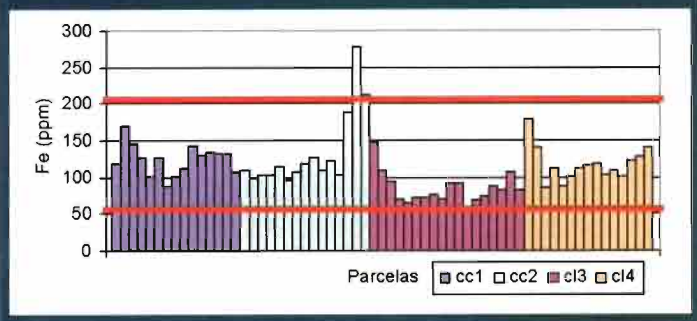


FIGURA 6.

Contenido foliar de Fe en ciruelo japonés. Cada barra corresponde a un árbol individual, los 3 consecutivos son los 3 árboles de una misma parcela. Las líneas horizontales representan los valores máximos y mínimos del rango establecido para ciruelo europeo.



Protección desde la siembra



Escarabajo de la patata



Pulgones



Rhizoctonia solani

Escocet[®]

(Incluído en producción integrada)

Trotis[®] 12,5 DS

Trotis[®] 25 SC

(Incluído en producción integrada)

¡Patatas sanas desde la siembra!

- Aplicar al tubérculo antes o durante la siembra.
- Cómodo y sencillo.
- Protección completa y duradera.



"cc1" está dentro de rango, pero la variedad "cl3" presenta valores muy cercanos al límite inferior. Además, en ningún caso se sobrepasan los niveles recomendados para ciruelo japonés.

• **Cobre.** No existen excesos de Cu en el contenido foliar de ciruelo japonés (figura 8); por el contrario, encontramos algunas deficiencias en las variedades de las Vegas Bajas del Guadiana "cc1"

FIGURA 7.

Contenido foliar de Mn en ciruelo japonés. Cada barra corresponde a un árbol individual, los 3 consecutivos son los 3 árboles de una misma parcela. Las líneas horizontales representan los valores máximos y mínimos del rango establecido para ciruelo europeo.

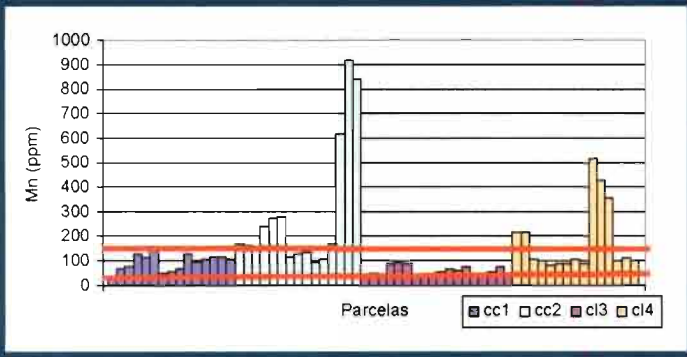


FIGURA 8.

Contenido foliar de Cu en ciruelo japonés. Cada barra corresponde a un árbol individual, los 3 consecutivos son los 3 árboles de una misma parcela. Las líneas horizontales representan los valores máximos y mínimos del rango establecido para ciruelo europeo.

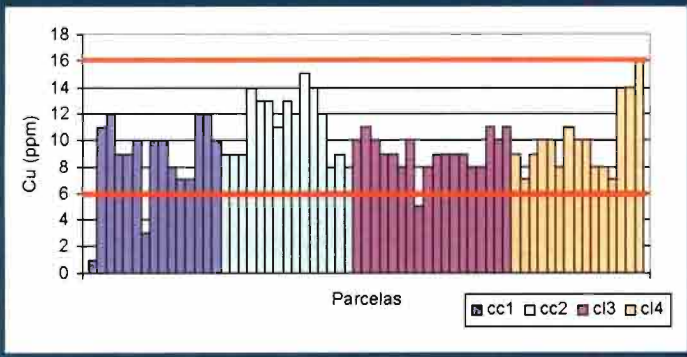
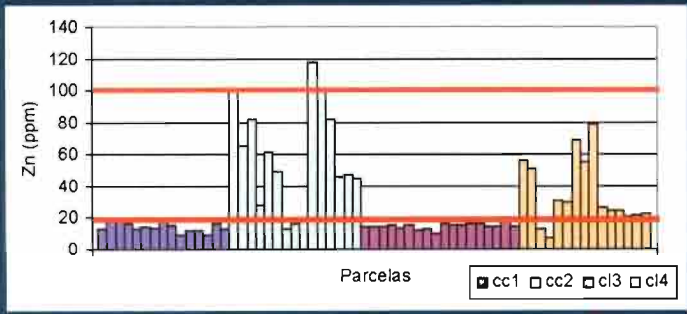


FIGURA 9.

Contenido foliar de Zn en ciruelo japonés. Cada barra corresponde a un árbol individual, los 3 consecutivos son los 3 árboles de una misma parcela. Las líneas horizontales representan los valores máximos y mínimos del rango establecido para ciruelo europeo.



y "cl3". La mayoría de los árboles tienen un contenido de Cu foliar dentro del rango empleado para la comparación de los resultados. Parte de este aporte se realiza a través de los tratamientos fitosanitarios, por lo que prácticamente no encontramos problemas de Cu en los árboles.

• **Zinc.** Los contenidos foliares en este elemento son muy bajos en la mayoría de las parcelas analizadas (figura 9), con la excepción de "cc2", en que hay parcelas con excesos y deficiencias, y en "cl4", en que hay deficiencias.

Discusión

Las concentraciones foliares encontradas para N, K, Ca, Mg, Fe y Cu en árboles de ciruelo japonés a lo largo de las Vegas del Guadiana se mantienen dentro de los rangos recomendados para ciruelo europeo, cosa que no sucede para P, Mn y Zn. Los niveles de referencia en N para ciruelo japonés que hay publicados en la Universidad de California se encuentran entre el 2,3% - 2,8%, mientras que para ciruelo europeo están entre el 2,4% - 3,00%. La diferencia de los valores de referencia en las dos especies nos indica la necesidad de establecer los niveles de referencia para ciruelo japonés adaptado a nuestras condiciones climáticas.

La recogida de hojas se hizo 120 días después de plena floración. En el momento del muestreo las variedades "cc1" y "cc2" ya habían sido recolectadas, mientras que las variedades "cl3" y "cl4" se recogieron después. Es posible que algunas de las diferencias que encontramos en la concentración de nutrientes sean debidas a la presencia o no de frutos en el árbol. Así, las variedades de ciclo largo tienen un mayor contenido de N que las de ciclo corto. Esto pone de manifiesto que sean necesarios niveles de referencia diferentes para cada elemento en función de cada ciclo.

En todos los casos se ha obtenido un rango de valores considerable que a priori ofrece la posibilidad de estudiar los valores más adecuados para esta especie en la zona, estableciendo comparaciones con la productividad y/o vigor de los árboles, en función de los objetivos agronómicos planteados.

En estos primeros resultados se pone de manifiesto que existen diferencias notables entre variedades de diferente longitud de ciclo en cuanto a las concentraciones foliares observadas de los diferentes elementos para una misma fecha de muestreo, lo que puede indicar la necesidad de establecer niveles de referencia diferentes y/o de muestreo en función del tipo varietal. También existe la posibilidad de que las necesidades nutricionales de los árboles sean diferentes en función de la longitud del ciclo, ya que también se observan diferencias en la productividad de los árboles (tanto en fruto como en biomasa total del árbol). Disponer de unos niveles de referencia adecuados para realizar el diagnóstico nutricional puede servir de base para ajustar las dosis de abonado. ■

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de una beca de investigación agraria para la realización de una tesis doctoral financiada por el Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura y por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional con referencia SIDT-260-JUN. Al Laboratorio Agroalimentario de Extremadura y al Laboratorio General del Centro de Investigación Finca La Orden-Valdesequera por los resultados analíticos realizados.

Bibliografía

Espada, J.L. 1990. **Melocotón tardío de Calanda.** Hortofruticultura 1: 48-51.
 Lattata, J. 1987. **Metodi ed interpretazione delle analisi fogliari in frutticoltura.** Frutticoltura 6-7: 71-76.
 Jones, J.B. Jr., Wolf, B., Mills, H.A. 1991. **Plant Analysis Handbook II.** Micro-Macro Pubs. Athens, Georgia, U.S.A.
 Panine, M. 1987. Peaches. In: Martin-Prevel P.; Gagnard J and Gautier P. (ed). **Plant Analysis as a Guide to the Nutrient Requirements of Temperature and Tropical Crops.** Tech et Doc. Lavoisier pp. 249-262.
 Terry, N., Zayed, A.M. 1995. **Physiology and biochemist of leaves under Iron deficiency.** In **Iron Nutrition in Soils and Plants**, Abadia, J. Eds.; Kluwe Academic Publisher: Dordrecht, The Netherlands, 283-294.