

NUEVAS HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL PARA LA FERTIRRIGACION DE FRUTALES

# Gestión de la fertirrigación mediante el análisis de la savia

■ E. Eymar; C. Cadahía; I. Martín;  
C.A. González; I. Frutos.

Departamento de Química Agrícola. Facultad de Ciencias C-VII.  
Universidad Autónoma de Madrid.



**Se siguen buscando herramientas de diagnóstico eficaces para resolver las necesidades nutritivas de los frutales de hueso y mejorar la gestión en tiempo real del aporte de fertilizantes mediante fertirrigación. El análisis de savia puede ser una de esas herramientas.**

La gestión de la fertilización de árboles frutales como el melocotero y el nectarino se sigue haciendo tradicionalmente en función de las extracciones anuales del cultivo (García y Rincón, 2004) de forma que se restituyen mediante la fertilización dichas extracciones. Según se obtenga el dato de exportación correspondiente, se va a lograr una aproximación más o menos fiable, aunque normalmente dichas exportaciones no reflejan factores como las pérdidas de fertilizantes, los nutrientes que son asimilables ni la utilización por el árbol en diferentes fases del ciclo de cultivo.

La utilización del análisis foliar es la herramienta más utilizada, en conjunción con los análisis de suelo correspondientes. Mediante estos dos materiales y con el uso de sistemas integrados de diagnóstico y recomendación como el DRIS, DOP, CND y otros (Cadahía y Lucena, 2005) se trata de responder de una forma semi-cuantitativa al problema de qué y cuánto fertilizante aplicar a lo largo del ciclo. El análisis de flores es otro sistema puesto a punto, especialmente para estimar posibles deficiencias en el árbol (Abadía y col., 2000).

Estos sistemas, aunque mucho mejores que la utilización de criterios carentes de base científica, no permiten a día de hoy establecer la posibilidad de gestionar en tiempo real el estado nutritivo del árbol.

## Análisis de savia como índice de fertilización

El análisis de savia, mencionado en la bibliografía científica desde el año 1931 con los trabajos de Pettinger en maíz, se consolidó en el año 1967 con las investigaciones de Routchenko en Francia. Hernando y Cadahía (1973) realizaron en España las primeras investigaciones del análisis de savia como índice de fertilización en diferentes cultivos hortícolas y frutales.

A lo largo de quince años nuestro grupo de trabajo ha llevado a cabo diferentes ensayos en diferentes cultivos leñosos para comprobar la utilidad potencial del análisis de savia como herramienta para conocer el estado nutritivo del árbol en una situación temporal concreta, así como las reservas acumuladas y su movilización (Eymar y col., 2000).

En nuestro trabajo definimos "savia" como un extracto de los tejidos conductores muestreados, bien en los ramos mixtos, bien en los brotes, obtenido por presión. Esto quiere decir que, desde un punto de vista fisiológico estricto, no se puede denominar "savia", pues contiene jugos celulares correspondientes a los diferentes tejidos presentes en la muestra. No obstante, desde el punto de vista agronómico, sí resulta válido e interesante, como se ha demostrado por diferentes autores y en diferentes cultivos desde hace ya algunos años.

La metodología de extracción del jugo de tejidos conductores está basada en la desarrollada por Routchenko y mejorada por Cadahía, mediante adición de éter etílico y congelación del material a -20°C tras cortar en porciones de medio centímetro el material vegetal que se desea analizar. Después de la congelación, se procede a descongelar la



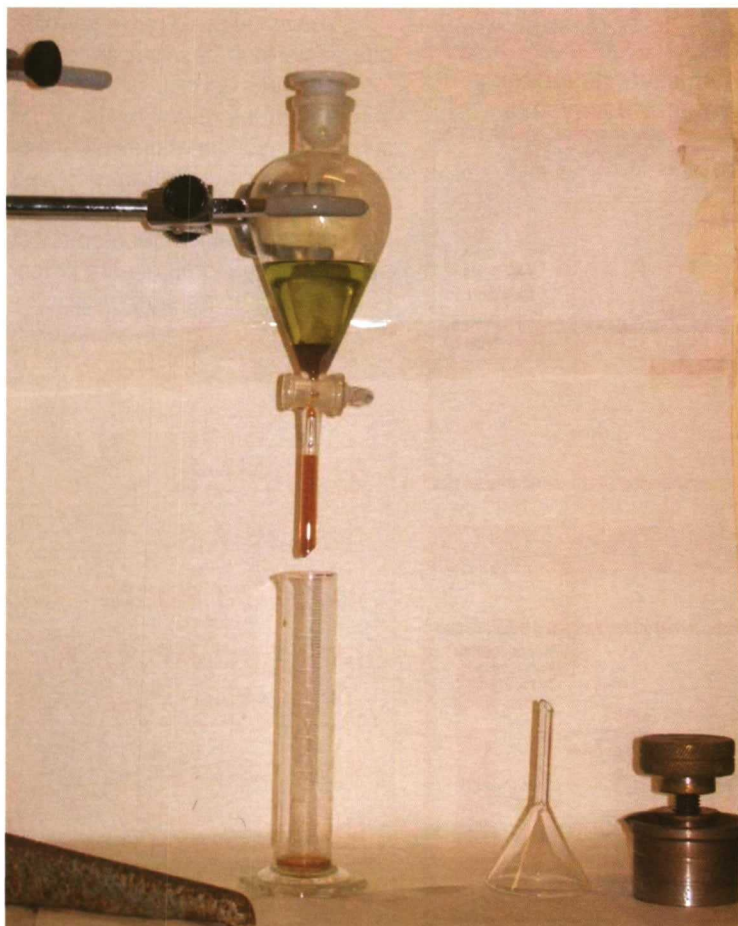


Foto 1. Extracción de savia con prensa manual.

muestra y a la extracción del jugo mediante una prensa. La savia y la fase etérea se separan por inmiscibilidad (**foto 1**).

## Ensayos de frutales de hueso

En el estudio de savia de frutales de hueso se utilizaron durante cinco años varias fincas en las que crecen diferentes variedades de nectarino. Durante el primer año, y tras una adaptación de la disolución nutritiva a cuatro fincas mediante el análisis de sus aguas de riego y suelos, se obtuvieron unos primeros niveles de referencia de nutrientes en hoja y en savia. Ésta se extrajo de dos tipos de tejidos; por un lado, se tomaron para cada muestra un mínimo de veinte brindillos o ramos mixtos, que corresponden a la muestra que denominaremos "savia de mixtos". Por otro lado, se tomaron los brotes del año que salen de esos mismos mixtos y que denominaremos "savia de brotes" (**foto 2**).

Desde el punto de vista agronómico, el análisis de tejidos conductores (savia) resulta válido e interesante como se ha demostrado por diferentes autores y en diferentes cultivos desde hace ya algunos años.



**INDUSTRIAS DAVID S.L**  
Alta tecnología para sus viñedos  
y frutales



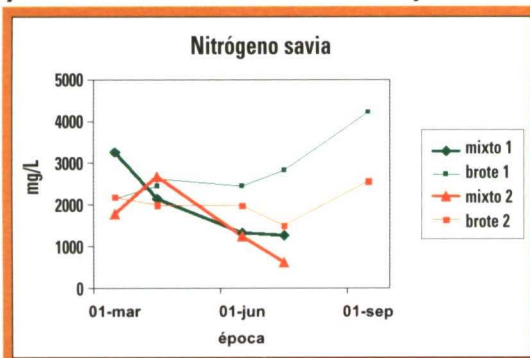
azufradoras, deshojadoras, intercepas  
alineadoras de leña, despuntadoras  
distribuidores estiercol,  
prepodadoras de viña en espaldera  
prepodadora de árboles, cultivadores  
tritadoras...

P.I. Urbayecia II. Parcelas 28-30  
C.P: 30510 Yecla-Murcia-España  
tfno. (+34) 968 71 81 19 ::: fax (+34) 968 79 58 51  
e-mail: industriasdavid@industriasdavid.com



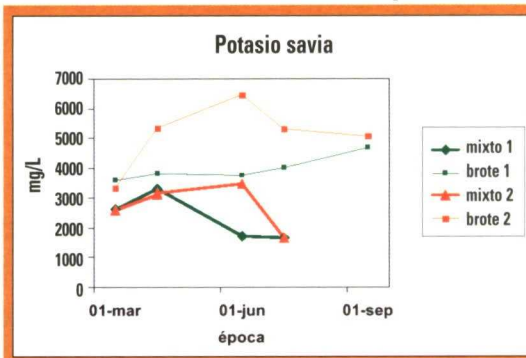
**Figura 1.**

**Concentración de N en savia de mixtos y brotes en dos de las fincas ensayadas.**



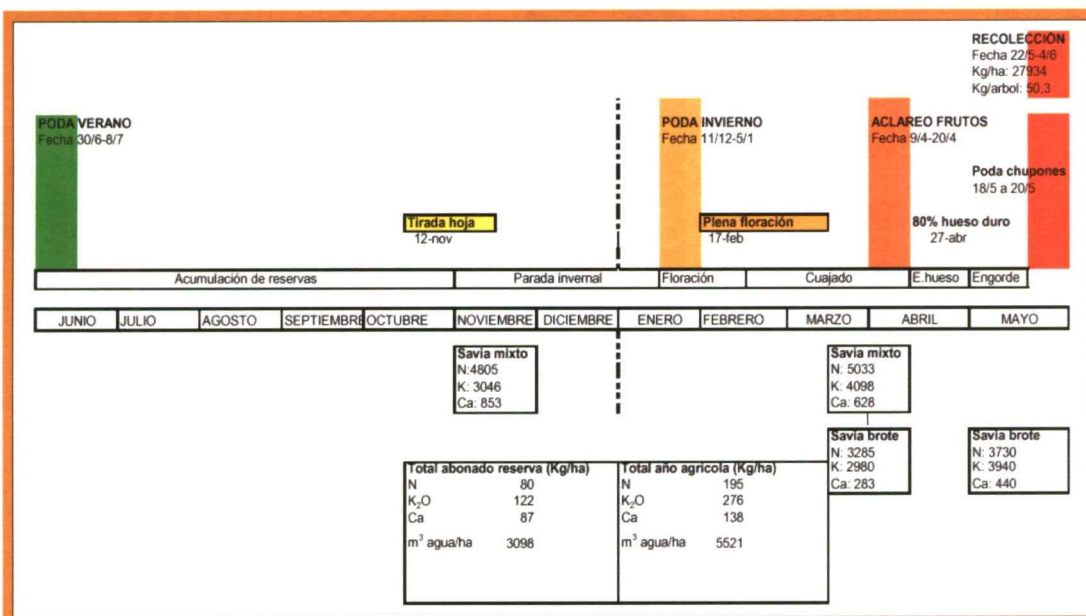
**Figura 2.**

**Concentración de K en savia de mixtos y brotes en dos de las fincas ensayadas.**



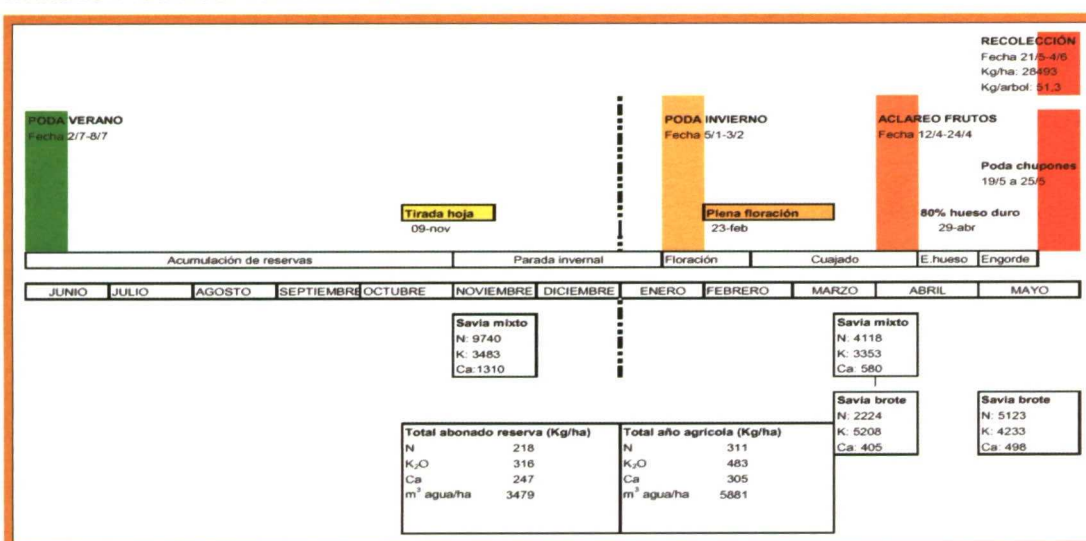
**Figura 3.**

**Resumen técnico. Variedad 89.17.**



**Figura 4.**

**Resumen técnico. Variedad 86.16.**



La savia de ramo mixto permitiría diferenciar con bastante precisión los momentos del ciclo en los que el árbol utiliza las reservas, así como conocer rangos de valores para definir el estado nutritivo del árbol en cada una de las fincas. La savia del brote nos indicaba el momento y el ritmo en el que el árbol está preparando las reservas para el ciclo siguiente.

**El análisis de savia se muestra como una herramienta utilizable con éxito en la gestión de la fertirrigación de frutales de hueso.**

En el segundo año, se realizaron una serie de ensayos en los que se estudiaron los efectos de diversos factores sobre los valores de nutrientes en hoja y savia. Estos factores fueron: diferentes cultivares, modificación de volumen de riego aportado, poda y diversos aportes de fertilizantes. Se observó que todos esos factores incidían sobre las concentraciones de nutrientes en la savia.

Se puede considerar que la concentración de nutrientes en savia será función de:

$$[\text{NUTRIENTES}]_{\text{savia}} = f(H, V, F, Fo, Hg, Tr)$$

Donde:

H: estado hídrico del suelo y planta relacionado con el riego aplicado.

V: vigor del árbol.

F: fertilización anterior y actual.

Fo: momento fenológico.

Hg: heterogeneidad de las muestras.

Tr: tratamientos aplicados (tirada de hoja, plaguicidas, etc.).



# SUPERSALENTE



 **bolikel<sup>®</sup> 4.8**

- Quelato de hierro 6,5%
- Proporción del isómero orto-orto EDDHMA del 4,8% correspondiente a la exigencia legal.
- Alta eficacia en la corrección de la clorosis férrica.
- Formulación en microgránulos dispersables.



**Bayer CropScience**

su aliado para el progreso





Foto 2. Material vegetal para obtener muestras de savia.

**La savia de ramo mixto permite diferenciar los momentos del ciclo en los que el árbol utiliza las reservas, así como conocer rangos de valores para definir el estado nutritivo del árbol en cada una de las fincas. La savia del brote nos indica el momento y el ritmo en los que el árbol está preparando las reservas para el ciclo siguiente.**

Cada factor descrito en la expresión anterior incide sobre el análisis de savia aumentando o disminuyendo el valor obtenido. El efecto de algunos factores como el vigor (V), la heterogeneidad (Hg) y los tratamientos aplicados (Tr) se podrán minimizar mediante un muestreo adecuado. En cuanto al factor Fo del momento fenológico, se observa que mediante el análisis de savia se puede detectar a lo largo del ciclo la absorción de nitrógeno (N) y la movilización de carbohidratos. De las variables estudiadas, el factor H fue el que nos generó una mayor variabilidad en la concentración de nutrientes en la savia, por lo que en algunos casos se hace necesaria la aplicación de ciertos factores de corrección, ya que en condiciones de riego deficitario, la concentración de nutrientes tiende a aumentar.

## Resultados obtenidos

En cuanto a algunos de los resultados obtenidos, se pueden observar ejemplos en las **figuras 1 y 2**, donde se representa la evolución de nitrógeno y potasio en la savia de mixto y de brote a lo largo del ciclo en dos de las fincas estudiadas. Se observa que en cada una de las fincas hay ciertas diferencias en las concentraciones de estos elementos de-

bidas a que las condiciones de suelo y agua son diferentes. En las dos fincas las concentraciones de N y K en la savia de mixto tienden a disminuir progresivamente, mientras que en el brote, que se convertirá en mixto en la campaña siguiente, van aumentando para almacenar las reservas que se movilizarán para el crecimiento foliar y la floración en la campaña siguiente. Estos números se pueden considerar un buen índice de las reservas de las que dispone el árbol para el ciclo siguiente, con lo que se puede realizar una planificación de la fertilización con cierta antelación.

En las **figuras 3 y 4** se representan los cuadros resumen de la gestión de la fertirrigación. En ellos se indican las producciones, los momentos fenológicos claves y las acciones agronómicas más destacadas, así como el agua y los fertilizantes consumidos en lo que denominamos abonado para la generación de reservas y el abonado total. En estos cuadros se anotan los valores de las concentraciones de nutrientes más representativos obtenidos en la savia de mixtos y brotes y los momentos en los que se realizan. Con ellos se puede hacer una gestión optimizada variedad por variedad que irá mejorando año a año a medida que se vaya ampliando la base de datos con los resultados obtenidos en los análisis de savia durante años sucesivos.

En definitiva, y aunque se debe seguir trabajando aún más para mejorar algunos aspectos importantes como son conseguir una mayor representatividad de la muestra, reducir la variabilidad y aumentar la velocidad de análisis y procesamiento, el análisis de savia se ha mostrado como una herramienta utilizable con éxito en la gestión de la fertirrigación de frutales de hueso. ■

## Bibliografía

Abadía J, Tagliavini M, Grasa R, Belkhodja R, Abadía A, Sanz M, Faria EA, Tsipouridis C, Marangoni B 2000. Using the flower Fe concentration for estimating chlorosis status in fruit tree orchards: A summary report. *Journal of Plant Nutrition* 23 (11-12): 2023-2033.

Cadahía, C. y Lucena, JJ. 2005. Diagnóstico de nutrición y recomendaciones de abonado. En Cadahía, C. (coord.): "Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales". p. 183-257. Mundi-Prensa. Madrid.

Eymar E, Cadahía C, Sanchez A, Lopez-Vela D. 2000. Nutritional diagnosis based on sap analysis for containerized *Cupressus glabra* and *Cupressocypariss leylandii* with fertigation systems. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 31 (9-10): 1225-1248.

Hernando, V. y Cadahía, C. 1973. El análisis de savia como índice de fertilización. Instituto de Edafología y Biología Vegetal. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

García, J. y Rincón, L. 2004. Recomendaciones de abonado en melocotonero. *Vida Rural* nº 195: 38 - 40.

Existe una bibliografía más amplia a disposición de los lectores, que pueden solicitar en [redaccion@eumedia.es](mailto:redaccion@eumedia.es).