

# Normas DRIS para el control nutricional de los cítricos de la variedad Washington Navel

Marco Antonio Oltra Cámara<sup>1</sup>; Víctor Javier Mangas Martín<sup>1</sup>; Juan Martínez Tomé<sup>2</sup>; José Mario Ferrández Cámara<sup>2</sup>; Miguel Giménez Montesinos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante, Apartado 99, 03080 Alicante, Spain. (\*corresponding author, e-mail: marco.oltra@ua.es)

<sup>2</sup>Dpto de Producción Vegetal y Microbiología, Universidad Miguel Hernández

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo experimental consta de un estudio estadístico basado en análisis foliares de una sola combinación (Washington-Navel / Carrizo) para la obtención de las normas con las cuales se ha confeccionado el DRIS.

La elaboración de este trabajo se puede desglosar en las siguientes fases:

- 1- Recogida de muestras.
- 2- Envío de muestras al laboratorio para ser analizadas.
- 3- Estudio estadístico de los análisis mediante un programa informático de bioestadística.
- 4- Obtención de las normas para elaborar el DRIS.
- 7- Conclusiones tras la aplicación del DRIS.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en árboles de la variedad Washington Navel sobre patrón *Citrango carrizo* cultivados con el sistema de riego por goteo. El agua de riego tenía una conductividad eléctrica media anual de 1,5 dS/m. Esta conductividad no es muy alta por lo que el cultivo tenía un desarrollo normal. En cuanto a la fertilización, el equilibrio utilizado fue el típico de un cultivo de cítricos (3-1-1,5), aportando un total de 240-80-120 UF por año. Los cálculos de la fertirrigación se realizó con el programa informático FERTIRRIGACIÓN<sup>®</sup> 3.0.

Las naranjas del grupo Navel son las que más se producen a nivel mundial, apreciada por el consumidor debido a su gran calidad para consumo en fresco. Los árboles de esta variedad tienen un vigor y tamaño medios. Las hojas lanceoladas con base redondeada y ápice agudo con peciolos pequeños y generalmente sin alas, articulado en la base del limbo.

Las muestras se recogieron a mediados del mes de noviembre en Orihuela (Alicante). Se utilizaron un total de 60 muestras (aproximadamente 5400 hojas) siguiendo la normativa del MAPA (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación). Estas estaban compuestas por 30 muestras de árboles en plena producción y 30 de baja producción, cada una de estas consistió en elegir un árbol de alta o baja producción y recoger 90 hojas.

Una vez recogidas y secadas las muestras, se mandaron al laboratorio para que se realizaran las determinaciones de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, B, Na.

Con el programa informático SIGMA se realizó un estudio estadístico, obteniendo parámetros como la media, desviación típica, tamaño, mínimo, máximo y error estándar de la media, tanto para los elementos nombrados anteriormente como para las relaciones entre ellos necesarias para obtener las normas DRIS.

El DRIS es un sistema dinámico para la interpretación de los análisis foliares. Utiliza índices para cada nutriente, obtenidos de la media aritmética de unas funciones calculadas, considerando las relaciones de todas las parejas de elementos en las que interviene el elemento considerado (Walworth y Sumner, 1987).

El rendimiento del cultivo se relaciona adecuadamente con el sumatorio de todos los índices en valor absoluto, por lo que este sumatorio se considera un índice de la producción y es representativo del balance global de todos los nutrientes implicados en la nutrición de la planta. En el DRIS, el balance es más importante que mantener cada nutriente individual en un nivel adecuado.

El DRIS se puede realizar de diversas formas, si bien nosotros hemos seguido la propuesta original de Beaulif (1973), para hallar los índices de los distintos nutrientes, mediante el cálculo previo de las distintas funciones, a través de las siguientes fórmulas:

$$\text{Índice A} = \frac{f(A/B) + f(A/C) + f(A/D) + f(A/E) \dots + f(A/N)}{n} \quad (1)$$

$$\text{Índice B} = \frac{-f(A/B) + f(B/C) + f(B/D) + f(B/E) \dots + f(B/N)}{n} \quad (2)$$

$$\text{Índice N} = \frac{-f(A/N) - f(B/N) - f(C/N) - f(D/N) \dots - f(M/N)}{n} \quad (3)$$

Cada función debe ser calculada de la siguiente forma:

$$\text{Si } A/B > a/b: f(A/B) = \left( \frac{A/B}{a/b} - 1 \right) \frac{100 K}{CV} \quad (4)$$

$$\text{Si } A/B < a/b: f(A/B) = \left( 1 - \frac{a/b}{A/B} \right) \frac{100 K}{CV} \quad (5)$$

En donde:

A/B = relación entre los nutrientes A y B

a/b = relación entre los nutrientes A y B de la población de referencia o norma

CV = coeficiente de variación de la relación a/b de la población de referencia o norma

n = número de nutrientes analizados.

K = constante. Valor arbitrario, generalmente igual a 10. Busca establecer valores más sensibles.

El valor que se obtiene para cada función, f(A/B), corresponde al índice del nutriente del numerador, IA, mientras que para obtener el del denominador hay que multiplicar por -1, IB. Así, para el cálculo del índice que está en el numerador la función es positiva, mientras que si está en el denominador la función es negativa.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han encontrado diferencias significativas entre los cultivos de alta y baja producción para las siguientes relaciones de nutrientes: N/K, K/P, Ca/P, Mg/K y Mg/Ca. Las relaciones N/K, Mg/K y Mg/Ca presentan niveles inferiores en árboles de baja producción. Por el contrario, los árboles de alta producción tienen mayores concentraciones en hoja de las relaciones K/P y Ca/P.

Para el cálculo de las normas DRIS, únicamente hemos utilizado las muestras de alta producción, ya que el objetivo es obtener los niveles óptimos en hoja para conseguir altas producciones. A continuación se presenta la estadística básica de las muestras de alta producción.

### ESTADÍSTICA BÁSICA (ALTA PRODUCCIÓN)

VARIABLE	MEDIA	DESV. TIP.	C.V.	TAMAÑO	MÍNIMO	MÁXIMO	ERR. EST.
N	2,6307	0,17487	6,6472	30	2,26	2,98	0,031926
P	0,163	0,02731	16,7546	30	0,14	0,25	0,0049862
K	1,478	0,42447	28,7192	30	1,09	3,34	0,077497
Ca	4,7673	1,3151	27,5858	30	2,02	7,21	0,24011
Mg	0,46767	0,099886	21,3582	30	0,31	0,86	0,018237
Fe	197,277	61,8947	31,3745	30	116,87	434,46	11,3004
Zn	551,9677	193,8103	35,1126	30	283,02	1263,77	35,1123
Mn	381,395	104,2311	27,3289	30	215,75	641,82	19,0299
Cu	41,512	18,6295	44,8773	30	13,33	94,88	3,4013
B	180,1333	21,0102	11,6636	30	143	228	3,8359
Na	525,92333	174,0957	33,1028	30	375	1318,21	31,7854

Las normas para confeccionar el DRIS son las medias de las relaciones y su coeficiente de variación.

### NORMAS DRIS OBTENIDAS

NORMAS	MEDIA	C.V.
N/P	16,4181	12,0274
N/K	1,8728	20,148
N/Ca	0,5976	32,0136
Mg/N	0,178	21,452
K/P	9,2686	31,7494
Ca/P	30,1461	33,4712
Mg/P	2,9289	25,3795
Ca/K	3,3554	29,7285
Mg/K	0,32515	18,5436
Mg/Ca	0,10348	29,1528

## CONCLUSIONES

Se presentan los datos para las normas de diagnóstico nutricional de la variedad Washington Navel en el sureste español bajo el modelo DRIS, acrónimo de Diagnosis and Recommendation Integrated System. Las normas obtenidas en este trabajo son representativas de la zona productora de donde se obtuvieron las muestras y, como consecuencia, aplicables para el diagnóstico nutricional del cultivo de cítricos de la variedad y de la zona indicada.

## BIBLIOGRAFÍA:

- Beaulif, E.R. 1973. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Soil Science Bulletin 1. University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa.
- Rodríguez, O., E. Rojas y M. Sumner. 1997. Valencia orange DRIS norms for Venezuela. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 28:1461-1468.
- Rodríguez, O. y V. Rodríguez. 2000. Desarrollo, determinación e interpretación de normas DRIS para el diagnóstico nutricional en plantas. Una revisión. Rev. Fac. Agrón. LUZ. 17:449-470.
- Rodríguez, O. y V. Rodríguez. 2002. Sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS). Fundamentos teórico-prácticos y aplicaciones. Apuntes curso sobre el DRIS en la EPSCO.
- Romero, L. 1987. A new statistical approach for the interpretation of nutrient interrelationships. II. Copper deficiency. Journal of Plant Nutrition 10(9-16): 2077-2087.
- Walworth, J. y M. Sumner. 1987. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Adv. Soil. Sci. 6: 149-188.