ITEA (2000), Vol. 96V N.° 1, 7-18

VALORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DRIS Y DOP A LO LARGO DEL CICLO VEGETATIVO DEL MELOCOTONERO

Manuel Sanz

Estación Experimental de Aula Dei (CSIC) Departamento de Nutrición Vegetal, Apartado 202, 50080 Zaragoza, España

RESUMEN

En este trabajo se aplican las normas DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) y DOP (Deviation from Optimum Percentage) para la interpretación del estado nutricional del melocotonero (*Prunus persica* L. Batsch) en cualquier momento de su ciclo vegetativo. El sistema DRIS basado en relaciones nutricionales en forma de cocientes, establece un orden correcto de limitación a la nutrición del cultivo de los elementos nutricionales considerados (N, P, K, Ca y Mg), exclusivamente cuando en su cálculo se utilizan los valores de referencia y los coeficientes de variación correspondientes a la época del muestreo. Esto demuestra que el sistema DRIS no es intemporal, pues requiere para su aplicación correcta el empleo de valores de referencia y coeficientes de variación coincidentes temporalmente con la muestra problema. El sistema DRIS que utiliza relaciones nutricionales en forma de productos no establece un orden de limitaciones o requerimientos correcto para los elementos considerados. Las interpretaciones conseguidas por el sistema DOP coinciden con las del sistema DRIS en lo que estas alcanzan, dando además una más amplia y valiosa información de fácil manejo informático en su aplicación e interpretación.

Palabras clave: DRIS, DOP, Diagnóstico nutricional, Interpretación análisis, Melocotonero.

ABSTRACT

EVALUATION OF DRIS AND DOP SYSTEMS ALONG GROWING SEASON OF THE PEACH TREE

The DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) and DOP (Deviation from Optimum Percentage) are applied to interpret the nutritional state of the peach tree (*Prunus persica* L. Batsch) at different times during its vegetative cycle. The DRIS which uses nutritional relations in the form of ratios, only established a correct order of the nutritional elements considered (N, P, K, Ca, and Mg) when the corresponding reference values and coefficients of variation the sampling season were used, and thus appears to be time dependant. The DRIS that uses nutritional relations in the form of products did not establish a correct order of limitations for the considered elements. The interpretations obtained by the DOP system coincided with the DRIS and also provide more valuable and extensive information that is easily applied and interpreted by computer.

Key words: DRIS, DOP, Nutritional diagnosis, Peach tree, Analysis interpretation.

Introducción

Establecer un diagnóstico nutricional y tratamiento basados en el análisis vegetal presenta ciertas dificultades en el manejo de grandes poblaciones de datos. En los laboratorios dedicados al diagnóstico químico vegetal, los métodos clásicos de interpretación (niveles o rangos de suficiencia, equilibrios binarios o terciarios, valores críticos, alimentación global, etc.) obligan a un manejo individualizado de cada muestra y resultado analítico.

El sistema DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) ha posibilitado, con ciertas limitaciones, el manejo informático de interpretaciones. No obstante, ya que este sistema solo resuelve el aspecto cualitativo de la nutrición vegetal y sus índices numéricos no permiten una interpretación cuantitativa, sirve únicamente para establecer un orden de limitación de nutrientes y obliga al usuario a manejar "artesanalmente" el conjunto de resultados analíticos de cada muestra (JONES *et al.*, 1991).

Efectivamente, como quedó demostrado en un trabajo anterior (MONTAÑES *et al.*, 1993), al tener que sumar cero los índices DRIS de los elementos que se consideran en cada caso, cuando interpretamos resultados de muestras sobrealimentadas en todos o en una mayoría de nutrientes, se da la paradoja de que presentan índices negativos a pesar de estar en exceso. Ante la situación inversa, es decir una muestra mayoritariamente deficiente, ocurre lo contrario: la aparición de índices positivos para elementos en concentración por debajo de su valor de referencia.

Ya señala BEVERLY (1991) que un índice DRIS negativo no representa necesariamente una deficiencia, ya que el valor de estos índices no tiene un significado intrínseco. Esto no limita las posibilidades de la metodología DRIS para establecer un orden de limitación o requerimientos de nutrientes en un cultivo, pero no llega a definir su cuantificación, ni cuando se trata de un exceso ni de un déficit, lo que imposibilita su tratamiento informático al tener que recurrir a cualquier otro método para averiguar si las limitaciones, encontradas por el sistema DRIS, lo son por exceso o defecto y su cuantificación.

El sistema DOP (Deviation from Optimum Percentage) (MONTAÑES *et al.*, 1993) por una vía de cálculo mucho más sencilla, puede llegar a las mismas conclusiones interpretativas que el DRIS en lo que respecta a fijar el mismo orden de limitación de nutrientes aun cuando no sea este su objetivo, pero al ser sus índices numéricos indicadores de la situaciones de déficit o exceso (signo - ó +) y su valor absoluto cuantificador del posible desarreglo nutricional, permite la total informatización de la emisión de un diagnóstico bajo los aspectos cuantitativos y cualitativos de la nutrición. En la referida publicación fueron contemplados datos de cultivos tan diversos como melocotonero, soja, trigo, sorgo, trébol, maíz y chopo.

Para un funcionamiento correcto del sistema DOP se requiere que los valores óptimos de referencia, a utilizar en sus cálculos, se hayan obtenido teniendo en cuenta la influencia del equilibrio necesario entre nutrientes. De esta manera, aunque los cálculos finales de obtención de los índices no tengan en cuenta la interrelación entre elementos a considerar, los equilibrios nutricionales los introduce en el sistema la propia composición de los óptimos de referencia. En general los métodos de obtención de óptimos tienen en cuenta los equilibrios entre nutrientes y posteriormen-

te se propondrá un procedimiento de obtención de valores óptimos de referencia que nos merece una especial confianza (RECALDE, 1965).

No obstante esa coincidencia en establecer, los dos métodos (DRIS y DOP), el mismo índice de limitación de nutrientes no es lo que valida el método DOP, es simplemente un intento de aprovechar la amplísima experiencia acumulada por el método DRIS en todo el mundo. Y no la valida porque la información que el DRIS emana, de una forma especialmente enrevesada en su cálculo, es de dudosa validez.

Ilustrándonos en el ejemplo de una muestra problema, incluida en este trabajo, que presenta una interpretación DRIS de "Mg>Ca>K>N>P" y que se corresponde con una fórmula de interpretación DOP de -51Mg, -51Ca, -9K, +18N, +35P, ocurre que el sistema DRIS está interpretando que un déficit de índice 9 de K según DOP (ligera discordancia con el óptimo considerado por cualquier método de interpretación) es más limitante que un exceso de 35 de P según DOP (importante desviación del óptimo por exceso en cualquier método interpretativo). Parece en principio una afirmación gratuita no demostrada.

Por esto hemos de insistir en que aún cuando la presentación del DOP (MONTAÑÉS *et al.*, 1993) se realizó en comparación con el DRIS por la amplia difusión de este método, no es que el DOP pretenda concluir el orden de limitación de nutrientes en las interpretaciones que realiza (cosa innecesaria a nuestro entender), sino en cuantificar y calificar (déficit o exceso) la situación nutricional de una muestra problema. Posteriormente autores que han trabajado con el sistema DOP (JIANG *et al.*, 1995; LUCENA, 1997; SINCLAIR *et al.*, 1997; CADAHIA y LUCENA, 1998) lo han puesto de manifiesto.

Otra cuestión importante de la aplicación del análisis vegetal es la determinación del momento del ciclo vegetativo en que es posible. Por ejemplo en fruticultura la época standard para el diagnóstico foliar es a los 120 días después de la plena floración (DAFB), segunda quincena de julio en el hemisferio norte, fechas muy tardías para la solución de muchos de los problemas detectables, sobre todo en especies y variedades precoces (SANZ *et al.*, 1992).

SUMNER (1977) preconizó que en la aplicación del sistema DRIS es irrelevante el momento del ciclo vegetativo del cultivo considerado. De hecho en la numerosísima bibliografía existente sobre el sistema DRIS, el momento del ciclo vegetativo del cultivo a diagnosticar no se especifica.

A este respecto es muy aclaratorio que en la guía práctica para la utilización del DRIS publicada por BEVERLY (1991), que tanto facilita el aprendizaje de su uso aunque no su entendimiento, no incluye para ninguno de los cultivos que contempla especificaciones de la época de aplicación.

Si esta intemporalidad de la aplicación del sistema DRIS fuese real, por sí sola justificaría todos los esfuerzos realizados por numerosos autores y daría una validez indiscutible al método: aplique el sistema DRIS en cualquier momento y aunque tenga que auxiliarse para traducir su interpretación en recomendaciones con otros sistemas, supone la solución de muchos de los problemas del diagnóstico nutricional.

En una publicación anterior SANZ *et al.*, (1992) propusieron valores de referencia para melocotonero en las épocas de 60, 90, 120, 150 y 180 DAFB obtenidos en base a su producción.

El objetivo de este trabajo es comprobar, por comparación con los métodos tradicionales y DOP, si el sistema DRIS hace una interpretación correcta de la situación nutricional del melocotonero independientemente de la época de toma de muestras del material vegetal. En cualquier caso, aún cuando el sistema DRIS no fuese de aplicación en esta hipótesis, sentaría las bases para su aplicación correcta de forma continuada en todo el ciclo, mediante el uso de las adecuadas normas DRIS y coeficientes de variación propios de cada época.

Material y métodos

El trabajo se ha realizado sobre 180 árboles distribuidos en varias plantaciones de melocotonero (*Prunus persica*, L. Batsch, variedad "Calanda") localizadas en su principal zona de cultivo (Bajo Aragón, España). En ellos se han tomado muestras de hojas, situadas en el tercio central de los brotes del año, con una periodicidad mensual, realizando la primera toma a los 60 DAFB (segunda quincena de mayo) y la última a los 180 días (segunda quincena de septiembre). La muestra correspondiente a los 120 DAFB coincide con la época standard (segunda quincena del mes de julio).

En publicaciones anteriores se describen las características de los suelos en los que se asienta la población de frutales estudiada (MONTAÑÉS *et al.*, 1975) y los métodos analíticos para N, P, K, Ca y Mg (SANZ *et al.*, 1995).

A los datos analíticos (media de tres repeticiones) de N, P, K, Ca, Mg en hoja y a sus relaciones binarias se les ha aplicado la metodología de cálculo propuesta por RECALDE (1965) ampliada y perfeccionada con el programa informático SPSS, que permite la introducción de mayor número de casos para el cálculo de los óptimos nutricionales que los utilizados en el método original. En efecto, para cada contenido y relación binaria (N, P, K, Ca, Mg, N/P, N/K, N/Ca, N/Mg, P/K, P/Ca, P/MG, K/Ca, K/Mg, Ca/Mg) se ha establecido como óptimo el valor medio del intervalo que se corresponde con la máxima producción, al que lógicamente corresponde también un valor medio para cada uno de los otros 14 parámetros de las muestras incluidas en dicho intervalo.

Con esto se ha dispuesto de 15 valores para cada elemento y relación, en función de los cuales se ha calculado el valor de referencia a utilizar en la interpretación del análisis foliar, tanto en melocotonero (SANZ *et al.*, 1992) como en peral (SANZ *et al.*, 1997). Igualmente se han publicado valores de referencia para la interpretación del análisis floral en melocotonero (SANZ y MONTAÑES, 1995) Con el mismo programa (SPSS) se han calculado los correspondientes coeficientes de variación.

Este método para cálculo de valores óptimos de referencia interrelaciona todos los elementos nutricionales considerados entre sí y con sus relaciones binarias. Un valor de referencia de N, por ejemplo, habrá tenido en cuenta en su obtención la influencia del P sobre el N , del K sobre el N, de N/P sobre K etc. desde el punto de vista de la máxima producción.

Resultados y discusión

En un trabajo anterior (SANZ *et al.*, 1992) se obtuvieron valores de referencia (v.r.) para la interpretación continua del análisis foliar a lo largo del ciclo vegetativo del melocotonero que, por su constante uti-

lización en esta publicación, se incluyen en el cuadro 1 con sus coeficientes de variación (c.v.). Los valores de referencia para las relaciones binarias no están calculados a través de los elementos que en cada caso intervienen, sino de los obtenidos como óptimos con el procedimiento ya descrito. En cualquier caso, los valores son muy próximos a los que se calcularían por simple división de las concentraciones respectivas.

En el cuadro 2 están incluidos los valores de referencia para los cálculos necesarios en la aplicación del sistema de interpretación DOP.

Para la presentación e interpretación de los resultados obtenidos a través de la metodología DOP puede adoptarse la "fórmula DOP" que, en una sola expresión, recoge toda la información derivada del análisis. Por ejemplo, a la muestra 10 del cuadro 3 le corresponde la fórmula (-30K, -24Mg, -11Ca, +9P, +9N), de la que podemos deducir el orden de necesidades de los cinco nutrientes (K, Mg, Ca, P, N) con el único objeto de compararlo con el DRIS, conocer los que eventualmente serán limitantes por defecto (K, Mg y Ca) y los que podrán serlo por exceso (P y N).

Los índices que acompañan en la fórmula DOP a cada uno de los elementos cuantifican sus desviaciones del óptimo hasta tal punto que, aun considerando la corta experiencia de aplicación del sistema DOP en la resolución práctica de problemas relacionados con la fertilización de los cultivos, hemos encontrado que en una mayoría de casos existe una relación directa entre estos coeficientes y las modificaciones del abonado deducidas por otros procedimientos interpretativos. Quiere esto decir, en el caso de que esta hipótesis pueda llegar a confir-

Cuadro 1

Valores de referencia y coeficientes de variación (entre paréntesis) de las relaciones binarias de los elementos nutritivos en hoja de melocotonero en distintas fases de su ciclo vegetativo

Table 1

Reference values and coefficients of variation (in brackets) of the binary relations of nutritional elements in peach tree leaves at different phases of its vegetative cycle

	Días después de la plena floración (DAFB)				
	60	90	120	150	180
N/P	14,88 (9)	19,11 (10)	21,09 (14)	21,17 (13)	20,25(12)
N/K	1,51 (26)	1,39 (24)	1,32 (19)	1,33 (23)	1,56 (22)
N/Ca	2,70 (27)	1,98 (22)	1,67 (26)	1,47 (22)	1,50 (22)
N/Mg	6,79 (27)	5,16 (17)	4,14 (21)	3,67 (23)	3,78 (23)
K/P	10,48 (30)	14,02 (23)	16,31 (20)	16,28 (22)	13,42 (25)
P/Ca	0,17 (28)	0,10 (23)	0,08 (29)	0,07 (25)	0,07 (25)
P/Mg	0,42 (29)	0,26 (18)	0,19 (24)	0,17 (24)	0,18 (26)
K/Ca	1,84 (29)	1,45 (31)	1,29 (25)	1,13 (28)	0,99 (31)
K/Mg	4,60 (23)	3,75 (24)	3,19 (24)	2,80 (23)	2,49 (27)
Ca/Mg	2,51 (18)	2,63 (27)	2,51 (22)	2,52 (15)	2,57 (17)

Cuadro 2
Valores de referencia de los elementos nutritivos en hoja de melocotonero en distintas fases de su ciclo vegetativo

Table 2
Reference values of nutritional elements in peach tree leaves at different phases of its vegetative cycle

	Días después de la plena floración(DAFB)				
	60	90	120	150	180
N (%)	3,84	3,67	3,32	3,01	3,04
P (%)	0,26	0,19	0,16	0,14	0,15
K (%)	2,68	2,69	2,58	2,32	2,01
Ca (%)	1,49	1,89	2,05	2,11	2,14
Mg (%)	0,61	0,73	0,82	0,84	0,84

marse, la fórmula DOP preconizaría las siguientes modificaciones en el programa de abonado:

– Elevar en un 30, 24 y 11% respectivamente los aportes actuales de N, Mg, y Ca.

– Reducir en un 9% los aportes actuales de P y N.

Todo esto es fácilmente informatizable y puede permitir, a un laboratorio que maneje grandes series de análisis y recomendaciones, una fácil programación de sus informes estándar, aun cuando se adoptaran otros criterios cuantificativos para la formulación de abonados del expuesto. También es útil para el manejo de grandes series en trabajos de evaluación de situaciones nutricionales de grandes zonas de cultivos.

Índices DRIS y DOP a los 60 DAFB

Al objeto de comprobar si la metodología DRIS se puede aplicar a lo largo de todo el ciclo vegetativo de un cultivo con unas normas únicas, a los resultados analíticos de las muestras tomadas a los 60 DAFB se aplicaron, para calcular sus índices DRIS, las normas DRIS correspondientes a los 60, 90, 120, 150 y 180 DAFB cuadro 1) y a otras épocas intermedias (75, 105, 135 y 165 DAFB) en las que los v.r. y c.v. fueron obtenidos por interpolación en las gráficas que fácilmente pueden confeccionarse con los datos de los cuadros 1 y 2. Únicamente los índices DRIS obtenidos en base a normas DRIS de los 60 DAFB, es decir coincidentes con el momento del muestreo, permiten una interpretación, en lo que respecta al orden de requerimientos nutritivos, coincidente en todos los casos con la obtenida a través de la metodología DOP (cuadro 3) y también coherente con la que puede hacerse por cualquier método clásico.

El resto de los planteamientos que resultan de aplicar a los datos analíticos de hojas tomadas a los 60 DAFB las normas DRIS correspondientes a cualquier otro momento

del ciclo vegetativo, no han puesto de manifiesto coherencia alguna entre los índices DRIS y DOP. Tampoco, considerando caso por caso, las interpretaciones de los índices DRIS deducidos de esta forma tienen fiabilidad, según puede observarse al contrastarlas con una diagnosis emanada de la comparación de las concentraciones foliares frente a los óptimos establecidos para esta época y para esta especie.

Resultaría reiterativa una exposición de todos los posibles planteamientos analizados. Por ello en el cuadro 4 se presentan exclusivamente los resultados obtenidos con la aplicación de las normas DRIS para los 120 DAFB a las mismas muestras cuyos datos figuran en el cuadro 3, tomadas a los 60 DAFB e interpretadas con normas DRIS correspondientes a estos 60 DAFB. Los 120 DAFB coinciden con la época standard de muestreo foliar en fruticultura, en la que las concentraciones de nutrientes presentan unos valores medios en el conjunto de su evolución a lo largo del ciclo vegetativo y son más estables; cabría por tanto pensar que si algunas normas DRIS habrían de tener validez para todo el ciclo vegetativo del melocotonero deberían ser las correspondientes a los 120 DAFB.

Comparando los órdenes de limitación DRIS que aparecen en los cuadros 3 y 4 se deduce fácilmente que el sistema DRIS interpreta de manera muy distinta la situación nutritiva de una misma muestra según se utilicen normas DRIS de la época a la que corresponde el muestreo (60 DAFB) o bien se apliquen las correspondientes a los 120 DAFB llegando, en este último caso a diagnosis absurdas que de ninguna forma se corresponden con las que se derivan del sistema DOP o de cualquier otro sistema de interpretación.

Cuadro 3
Contenidos, índices y orden de requerimientos DRIS (v.r. y c.v. de 60 DAFB) y fórmula DOP de muestras de melocotonero tomadas 60 DAFB

Table 3
Contents, indices and order of DRIS requirements (reference values, coefficients of variation at 60 DAFB) and the DOP formula for peach tree leaves sampled at 60 DAFB

	Contenidos					Indices DRIS					Orden lim. DRIS	"Formula DOP"
nº	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	N	P	K	Ca	Mg		
10	4,200	0,283	1,87	1,32	0,46	12	11	-13	0	-9	K>Mg>Ca>P>N	(-30K,-24Mg,-11Ca,+9P,+9N)
11	3,556	0,271	2,06	1,49	0,55	-2	8	-9	4	-1	K>N>Mg>Ca>P	(-23K,-10Mg,-7N,0Ca,4P)
12	4,004	0,269	1,83	1,23	0,44	12	10	-12	-1	-9	K>Mg>Ca>P>N	(-32K,-28Mg,-17Ca,+3P,+4N)
13	4,200	0,300	1,98	1,22	0,45	11	15	-10	-5	-11	Mg>K>Ca>N>P	(-26Mg,-26K,-18Ca,+9N,+15P)
14	4,088	0,273	1,68	1,40	0,46	12	10	-19	5	-8	K>Mg>Ca>P>N	(-37K,-24Mg,-6Ca,+5P,+6N)
15	3,864	0,276	1,82	1,50	0,48	6	10	-15	7	-8	K>Mg>N<Ca>P	(-32K,-21Mg,+1N,+1Ca,+6P)
16	3,724	0,254	2,05	1,70	0,52	2	2	-10	12	-6	K>Mg>N>P>Ca	(-24K,-15Mg,-3N,-2P,+14Ca)
17	3,696	0,234	2,24	1,54	0,54	4	-2	-5	6	-3	K>Mg>P>N>Ca	(-16K,-11Mg,-10P,-4N,+3Ca)
18	4,452	0,311	2,44	0,82	0,33	23	25	8	-27	-29	Mg>Ca>K>N>P	(-46Mg,-45Ca,-9K,+16N,+20P)
19	4,648	0,285	2,56	1,47	0,55	11	1	-3	-2	-7	Mg>K>Ca>P>N	(-10Mg,-4K,-1Ca,+10P,+21N)
20	4,872	0,325	2,14	1,14	0,42	20	17	-8	-11	-19	Mg>Ca>K>P>N	(-32Mg,-23Ca,-20K,+25P,+27N)

Véase, por ejemplo, la muestra nº 10 en el cuadro 4. El orden de limitación DRIS nos indica que el Mg y Ca son más limitantes que el K, cuando una interpretación DOP o por cualquier otro sistema clásico nunca nos permitiría deducir que una fuerte desviación por defecto del potasio haya de ser menos limitante que una débil del calcio. La aplicación de la fórmula que por un análisis de covarianzas múltiples relaciona la cosecha potencial del melocotonero con los contenidos nutricionales de sus hojas (SANZ *et al.* 1992) permite validar la interpretación expuesta y las que posteriormente se realizan. Casuísticas inaceptables encontraremos repasando otras de las interpretaciones DRIS de este cuadro 4.

Resultados similares, no expuestos por reiterativos, se deducen al aplicar las normas DRIS correspondientes a los 60 DAFB a muestras de cualquier otro momento distinto del ciclo vegetativo.

Índices DRIS y DOP a 90, 120, 150 y 180 DAFB

Siguiendo la metodología expuesta se trató de comprobar la posibilidad de utilizar las normas DRIS de estas épocas (90, 120, 150 y 180 DAFB) para efectuar el diagnóstico foliar en cualquier momento del ciclo vegetativo. Los resultados fueron similares a lo expuesto en el apartado anterior para los 60 DAFB. Es decir, la aproximación DRIS establece un orden de requerimientos que se corresponde con la situación nutritiva de las muestras y con la que resulta de

Cuadro 4
Contenidos, índices y orden de requerimientos DRIS (v.r. y c.v. de 120 DAFB) y fórmula DOP de muestras de melocotonero tomadas 60 DAFB

Table 4
Contents, indices and order of DRIS requirements (reference values, coefficients of variation at 120 DAFB) and the DOP formula for peach tree leaves sampled at 60 DAFB

	Contenidos					Índices DRIS					Orden lim. DRIS	"Formula DOP"
nº	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	N	P	K	Ca	Mg		
10	4,200	0,283	1,87	1.32	0,46	27	62	-24	-24	-42	Mg>Ca>K>N>P	(-30K,-24Mg,-11Ca,+9P,+9N)
11	3,556	0,271	2,06	1,49	0,55	6	52	-15	-16	-26	Mg>Ca>K>N>P	(-23K,-10Mg,-7N,0Ca,4P)
12	4,004	0,269	1,83	1,23	0,44	27	62	-21	-26	-42	Mg>Ca>K>N>P	(-32K,-28Mg,-17Ca,+3P,+4N)
13	4,200	0,300	1,98	1,22	0,45	26	70	-20	-31	-45	Mg>Ca>K>N>P	(-26Mg,-26K,-18Ca,+9N,+15P)
14	4,088	0,273	1,68	1,40	0,46	26	61	-31	-18	-39	Mg>K>Ca>N>P	(-37K,-24Mg,-6Ca,+5P,+6N)
15	3,864	0,276	1,82	1,50	0,48	17	59	-25	-14	-37	Mg>K>Ca>N>P	(-32K,-21Mg,+1N,+1Ca,+6P)
16	3,724	0,254	2,05	1,70	0,52	11	44	-16	-7	-31	Mg>K>Ca>N>P	(-24K,-15Mg,-3N,-2P,+14Ca)
17	3,696	0,234	2,24	1,54	0,54	11	35	-7	-13	-26	Mg>Ca>K>N>P	(-16K,-11Mg,-10P,-4N,+3Ca)
18	4,452	0,311	2,44	0,82	0,33	48	94	9	-70	-82	Mg>Ca>K>N>P	(-46Mg,-45Ca,-9K,+16N,+20P)
19	4,648	0,285	2,56	1,47	0,55	23	45	-7	-25	-36	Mg>Ca>K>N>P	(-10Mg,-4K,-1Ca,+10P,+21N)
20	4,872	0,325	2,14	1,14	0,42	42	79	-17	-42	-62	Mg>Ca>K>N>P	(-32Mg,-23Ca,-20K,+25P,+27N)

aplicar las metodologías DOP y tradicional, únicamente cuando sus cálculos se han basado en la normas DRIS correspondientes a la misma época en que se realizó el muestreo. La coincidencia ya se puso de manifiesto para muestras de hoja de melocotonero tomadas a los 120 DAFB (MONTAÑÉS *et al.*, 1993).

Índices DRIS y DOP en cualquier momento del ciclo vegetativo

Del análisis de trabajos anteriores (MONTAÑÉS *et al.*, 1993) y por lo aquí expuesto, puede deducirse que para la interpretación del análisis foliar, la metodología DOP presenta innegables e importantes ventajas frente a la aproximación DRIS.

No obstante, dado que la problemática que presenta la nutrición de los vegetales es muy variada, como también lo son las necesidades y enfoque del trabajo en cada laboratorio, cabe pensar que habrá especialistas que utilicen el sistema DRIS, pues para su aplicación existen normas en una amplia gama de cultivos (BEVERLY, 1991). En melocotonero se podrá aplicar el sistema DRIS a lo largo de todo su ciclo vegetativo deduciendo las normas de los datos contenidos en los cuadros 1 y 2, y para momentos intermedios de los contemplados se podrán deducir de las gráficas que con ellos se pueden confeccionar, no incluyéndose en este trabajo por su elevado número y por la facilidad de su realización. La misma mecánica puede seguirse para calcular la fórmula DOP.

En el cuadro 5 se presenta un supuesto teórico con los mismos datos analíticos utilizados como ejemplos en los planteamientos anteriores (cuadros 3 y 4). En este caso se supone que los datos citados corresponden a muestras tomadas 75 DAFB. Realizados los cálculos de los índices DRIS y de la fórmula DOP, queda patente la coincidencia de resultados (orden de necesidades nutritivas) con ambas metodologías interpretativas.

Se demuestra así la posibilidad de aplicar la aproximación DRIS a lo largo de todo el ciclo vegetativo del melocotonero a condición de que se utilicen las normas DRIS de cada momento. Precisamente para que pueda apreciarse hasta qué punto esta exigencia es insoslayable se han utilizado para este ejemplo los mismos datos analíticos que para el cuadro 3. Puede verse que con solamente 15 días las normas DRIS para 60 DAFB (cuadro 3) y las correspondientes a 75 DAFB (cuadro 5) son lo suficientemente distintas como para que de los mismos datos analíticos se deriven unos índices DRIS y una interpretación significativamente diferentes.

Otros cálculos

SUMNER (1986) citado por BEVERLY (1991) propone la introducción de algunos productos entre concentraciones de pares de elementos en sustitución de sus cocientes, (NxCa, NxMg, PxCa, PxMg, KxCa y KxMg) y sus correspondientes coeficientes de variación como normas DRIS para su aplicación al melocotonero. Por su interés y difusión se han querido comparar las posibilidades interpretativas de estas normas de productos frente a las generalmente utilizadas de cocientes entre elementos exclusivamente.

Para ello se han utilizado las muestras de hoja de melocotonero consideradas en los puntos anteriores y sus concentraciones de N, P, K, Ca y Mg, a lo largo de todo el ciclo

Cuadro 5
Contenidos, índices y orden de requerimientos DRIS* y fórmula DOP** de un supuesto teórico de hojas tomadas a los 75 DAFB

Table 5
Contents, indices and order of DRIS requirements and the DOP** formula for a theoretically assumption of peach tree leaves sampled at 75 DAFB*

	Contenidos					Indices DRIS					Orden lim. DRIS	"Formula DOP"
nº	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	N	P	K	Ca	Mg		
10	4,200	0,283	1,87	1,32	0,46	11	25	-15	-6	-15	Mg=K>Ca>N>P	(-31Mg,-30K,-22Ca,+12N,+23P)
11	3,556	0,271	2,06	1,49	0,55	-4	21	-10	-1	-5	K>Mg>N>Ca>P	(-23K,-18Mg,-12Ca,-5N,+18P)
12	4,004	0,269	1,83	1,23	0,44	11	25	-13	-7	-15	Mg>K>Ca>N>P	(-34Mg,-32K,-27Ca,+6N,+17P)
13	4,200	0,300	1,98	1,22	0,45	10	31	-12	-11	-18	Mg>K>Ca>N>P	(-33Mg,-28Ca,-26K,+12N,+30P)
14	4,088	0,273	1,68	1,40	0,46	11	24	-21	-1	-14	K>Mg>Ca>N>P	(-38K-31Mg,-17Ca,+9N,+19P)
15	3,864	0,276	1,82	1,50	0,48	4	24	-17	1	-13	K>Mg>Ca>N>P	(-32K,-28Mg,-11Ca,+3N,+20P)
16	3,724	0,254	2,05	1,70	0,52	0	14	-11	6	-10	K>Mg>N>Ca>P	(-24K,-23Mg,-1N,+1Ca,+10P)
17	3,696	0,234	2,24	1,54	0,54	1	8	-5	1	-6	Mg>K>Ca>N>P	(-19Mg,-17K,-9Ca,-2N,+2P)
18	4,452	0,311	2,44	0,82	0,33	25	46	7	-37	-41	Mg>Ca>K>N>P	(-51Mg,-51Ca,-9K,+18N,+35P)
19	4,648	0,285	2,56	1,47	0,55	10	14	-4	-7	-12	Mg>Ca>K>N>P	(-18Mg,-13Ca,-5K,+24N,+24P)
20	4,872	0,325	2,14	1,14	0,42	22	35	-10	-19	-28	Mg>Ca>K>N>P	(-38Mg,-33Ca,-20K,+30N,+41P)

(*) v.r. y entre paréntesis c.v. : N/P 17,00(10); N/K 1,45(25); N/Ca 2,34 (25); N/Mg 5,98(22); K/P 12,25(27); P/Ca. 0,14(26); P/Mg 0,34(23); K/Ca 1,65(30); K/Mg 4,18(24) y Ca/Mg 2,57(23). Obtenidos por interpolación en los datos del cuadro 1.
(**) v.r. : N 3,76; P 0,23; K 2,69; Ca 1,69 y Mg 0,67. Obtenidos por interpolación en los datos del cuadro 2.
(*) v.r. and in brackets c.v. : N/P 17.00(10); N/K 1.45(25); N/Ca 2.34 (25); N/Mg 5.98(22); K/P 12.25(27); P/Ca 0.14(26); P/Mg 0.34(23); K/Ca 1.65(30); K/Mg 4.18(24) and Ca/Mg 2.57(23). Obtained from the data in table 1.
(**) v.r. : N 3.76; P 0.23; K 2.69; Ca 1.69 and Mg 0.67. Obtained from intermediate from the data in table 2.

vegetativo (60, 75, 90, 120, 150 y 180 DAFB).

Realizados los cálculos correspondientes, en todas las épocas posibles del ciclo vegetativo del melocotonero, hemos podido constatar que las interpretaciones derivadas de los mismos, aparte de no concordar como es lógico con las del sistema de cocientes, no concuerdan con los resultados de aplicar el sistema DOP, ni con cualquier interpretación realizada con los sistemas clásicos. Sirva de ejemplo la muestra nº 10 del cuadro 3, que pasa de tener un orden de limitación según el sistema DRIS de cocientes de K>Mg>Ca>P>N a Mg>K>P>Ca>N con el de productos.

Conclusiones

1. No es posible realizar interpretaciones correctas con el sistema DRIS (Diagnosis and Recomendation Integrated Sys-

tem) con unas normas únicas para cualquier momento del ciclo vegetativo de un cultivo de melocotonero. Exclusivamente son válidas cuando se realizan con valores de referencia y coeficientes de variación que se correspondan temporalmente con la muestra problema.

2. El método DOP de interpretación presenta importantes y patentes ventajas en su aplicación e informatización frente a la aproximación DRIS, al permitir detectar directamente si cualquier desequilibrio encontrado lo es por exceso o defecto y cuantificarlo.

3. Es posible la interpretación del análisis foliar en melocotonero con los sistemas DRIS y DOP a lo largo de todo el ciclo vegetativo. Interpolando en las gráficas a realizar con los datos incluidos en este trabajo, es posible obtener las normas DRIS correspondientes a cada momento de muestreo.

4. Los diagnósticos dimanados de la aplicación del sistema DOP coinciden con los del sistema DRIS en la parte que este alcanza, siempre que se realicen ambos con normas que se correspondan en el tiempo con la muestra analizada.

5. La aproximación DRIS con normas basadas en el producto de la concentración de algunos pares de elementos no refleja la situación nutritiva real de la población de melocotoneros considerada en este trabajo, a diferencia del sistema original de relaciones.

Agradecimientos

A nuestro Profesor jubilado Dr. Luis Heras Cobo, que nos enseñó en nutrición vegetal todo lo que fuimos capaces de aprender.

Bibliografía

BEVERLY R.B., 1991. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Micro-Macro Publishing. Inc. Athens, Georgia, USA.

CADAHIA C., LUCENA J.J., 1998. Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Capítulo 5º. Mundi Prensa Libros. Madrid, España.

JIANG Y.M., GU M.R., SHU H.R., 1995. Nutrient diagnosis of Starking Delicious apple. Acta Hort. Sinica. 22(3): 215-220.

JONES Jr. J.B., WOLF B., MILLS H.A., 1991. Plant Analysis Handbook, a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Micro-Macro Publishing. Inc. Athens, Georgia, USA.

LUCENA J.J., 1997. Methods of diagnosis of mineral nutrition of plant. A critical review. Acta Hort. 448: 179-192.

MONTAÑÉS L., SANZ M., HERAS L., 1975. Fertilidad actual de los suelos dedicados a frutales en regadíos de la Cuenca del Ebro. An. Aula Dei. 13 (1-2): 167-178.

MONTAÑÉS L., HERAS L., ABADÍA J., SANZ M., 1993. Plant analysis interpretation based on a new index: Deviation from optimum percentage (DOP). J. Plant Nutr. 16(7): 1.289-1.308.

RECALDE L., 1965. El equilibrio nutritivo del olivo y su producción. Comunicación al coloquio "Aportación de las investigaciones Tecnológicas y Agrícolas a la lucha del mundo contra el hambre". Madrid 13 pp.

SANZ M., HERAS L., MONTAÑÉS L., 1992. Relationships between yield and leaf nutrient contents in peach trees: Early nutritional status diagnosis. J. Plant. Nutr. 15(9): 1.457-1.466.

SANZ M., MONTAÑÉS L., 1995. Flower analysis as a new approach to the nutritional estatus of the peach tree. J. Plant. Nutr. 18: 1.667-1.675.

SANZ M., VAL J., MONTAÑÉS-MILLAN L., MONGE E., Montañés L., 1997. Optimun nutrient values for

pear trees at different times of the growing season. Acta Hort. 448: 193-198.

SINCLAIR A.G., MORRISON J.D., SMITH L.C., DODDS K.G., 1997. Determination of optimum nutrient element ratios in plant tissue. J. Plant Nutr. 20(9): 1.069-1.083.

SUMNER M. E., 1977. Application of Beaufils' diagnostic indices to maize data published in the literature irrespective of age and conditions. Plant and Soil 46(2): 359-369.

(Aceptado para publicación el 14 de octubre de 1999)