

MÉTODOS DE INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS NUTRIMENTAL EN NARANJA VALENCIA (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

Interpretation Methods of Nutrient Diagnosis in Orange cv. Valencia (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

Florichel Ventura Ulloa¹, Sergio Salgado García^{2‡}, Mepivoseth Castelán Estrada²,
David L. Palma López², María C. Rivera Cruz² y Prometeo Sánchez García³

RESUMEN

Este estudio se realizó en Tabasco, México, cuyo objetivo fue comparar la precisión, versatilidad y confiabilidad de tres métodos de interpretación de los análisis nutrimentales en el cultivo de naranja. Para ello se hicieron 84 series de análisis foliares cuyos resultados se interpretaron bajo el Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS), el método de Desviación del Óptimo Porcentual (DOP) y el método convencional o de Rangos de Suficiencia (RS). Las muestras foliares para el estudio se colectaron bajo criterios preestablecidos, en plantaciones de naranja cv. Valencia en etapa productiva, establecidas en suelos Acrisoles de la sabana de Huimanguillo, Tabasco. Cada muestra compuesta constó de 80 hojas sanas en las que se determinó la concentración de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn y B. Los resultados de este estudio muestran que el método DOP detectó mayor número de nutrimentos con nivel de deficiencia, en comparación con los otros dos métodos probados. El método DRIS detectó excesos de Fe, N y B, pero estos elementos fueron subestimados por el método DOP, que los clasifica como deficientes. Los tres métodos de interpretación coinciden en que el Mg es deficiente en las plantaciones estudiadas. Se concluye que para interpretar los diagnósticos nutrimentales en naranja Valencia cultivada en suelos Acrisoles es recomendable emplear al menos dos métodos para obtener un diagnóstico confiable.

¹ Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tabasco. Abelardo Reyes 113 Frac. Arboledas, Col. Centro. 86079 Villahermosa, Tabasco, México.

² Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina s/n km 3.5. 86500 H. Cárdenas, Tabasco, México.

[‡] Autor responsable (salgados@colpos.mx)

³ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. 56230 Montecillo estado de México.

Recibido: junio de 2009. Aceptado: mayo de 2012.
Publicado en Terra Latinoamericana 30: 139-145.

Palabras clave: *balance nutrimental, cítricos, deficiencia nutrimental, exceso nutrimental, nutrimentos.*

SUMMARY

This study was conducted in Tabasco, Mexico, to compare accuracy, versatility and reliability of three methods of interpreting nutritional analysis for orange. The results of eighty-four sets of leaf analyses were interpreted under the Diagnostic and Recommendation Integrated System (DRIS), Deviation Optimum Percentage (DOP) and the conventional method or Sufficiency Ranges (RS) methods. Leaf samples for this study were collected under fixed criteria in cv. Valencia orange plantations, grown in Acrisols in the savanna of Huimanguillo, Tabasco. Each compound sample consisted of 80 healthy leaves, with which we determined concentration of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn and B. The results of this study indicate that the DOP method detected the highest number of nutrients present at levels of deficiency. The DRIS method detected excess Fe, N and B, but the method DOP underestimated these elements, classifying them as deficient. The three methods of interpretation coincided in detecting deficient Mg in the plantations studied. It is concluded that interpreting nutritional diagnosis in Valencia oranges grown in Acrisol soils, at least two methods must be employed to obtain a reliable diagnosis.

Index words: *nutrient balance, citrus, nutrient deficiency nutrimental, nutrient excess, nutriments.*

INTRODUCCIÓN

En la Sabana de Huimanguillo, Tabasco se cultivan 13 172 ha de cítricos, de las cuales aproximadamente el 50% corresponde a naranja Valencia (*Citrus sinensis* L. Osbeck); estas plantaciones fueron establecidas en

suelos ácidos caracterizados por alta fijación de fósforo, deficiencia de zinc, baja tasa de mineralización de materia orgánica, bajos contenidos de calcio, magnesio, potasio y altos porcentajes de saturación de aluminio (Zetina *et al.*, 2002). Estas restricciones de la fertilidad se manifiestan en deficiencias foliares que afectan el rendimiento y la calidad del fruto de naranja (Opazo y Razeto, 2001). Los rendimientos medios de naranja reportados en otras zonas productoras del país son de hasta 28.3 Mg ha⁻¹; mientras que el rendimiento en la sabana de Huimanguillo es de 10 Mg ha⁻¹ (SIAP, 2009). El estado nutrimental del cultivo es uno de los factores que determina la cantidad y calidad de los frutos, por ello es necesario conocer que elementos se encuentran en niveles limitantes en el suelo (Lucena, 1997).

Existen diversas metodologías para diagnosticar el estado nutrimental de las plantas, por ejemplo diagnóstico visual, análisis vegetal, análisis químico del suelo, bioensayos, entre otros (Beberly *et al.*, 1984). El análisis de tejido vegetal es muy versátil pues permite evaluar cuantitativamente el estado nutricional de los cultivos, además de identificar directamente desordenes nutrimentales (Chapman y Pratt, 1973), e indirectamente la disponibilidad de los nutrimentos del suelo (Cottenie, 1982). Los órganos que se utilizan con mayor frecuencia para el análisis vegetal son las hojas, las cuales son colectadas con características precisas de edad, orientación, altura, posición dentro del árbol y hora del día (Jones *et al.*, 1991). El objetivo de este estudio fue comparar la precisión de tres métodos de interpretación del análisis nutrimental en naranja Valencia, cultivada en suelos ácidos de Huimanguillo, para obtener un diagnóstico confiable de la nutrición de estas plantaciones a escala regional.

El método convencional o Rango de Suficiencia (RS) se basa en una recopilación de valores contra los cuales se comparan los resultados obtenidos en laboratorio. La recopilación del RS para más de 300 cultivos realizada por Jones *et al.*, (1991) no indica las variedades ni las condiciones de suelo y clima en que se desarrollaron los cultivos, por lo que sólo es útil como referencia. Este procedimiento asume que se conocen los niveles óptimos, deficientes o excesivos de los nutrimentos, pero regularmente el valor de un nutrimento dado en la planta interactúa con una gama de concentraciones de los otros nutrimentos, pudiendo variar hasta en un 50% entre dos variedades del mismo cultivo.

La Desviación del Óptimo Porcentual (DOP) es un método estadístico que compara la concentración

del nutriente en la muestra respecto a la norma, la cual se basa en un nivel nutrimental óptimo en el cual el cultivo expresa su máximo rendimiento potencial. El método DOP cuantifica el valor en que un nutriente se desvía con respecto a la norma individual. Una situación nutrimental óptima, para cualquier elemento, es definida por el índice DOP igual a cero, dando el orden de limitación tanto por exceso como por déficit, de cada uno de los nutrientes bajo estudio (Montañés *et al.*, 1993; Lucena, 1997).

Por otra parte, el Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS) señala el orden de limitación relativa de los elementos que son contemplados en el estudio nutricional (Beaufils, 1973). Tiene ventajas sobre el valor crítico y sobre los rangos de suficiencia para identificar las necesidades de nutrimentos, elaborar programas de fertilización y estudiar la respuesta del rendimiento al aporte de fertilizantes (Beberly *et al.*, 1984; Walworth *et al.*, 1986). El DRIS considera las relaciones entre nutrimentos para el cálculo de índices que reflejan el estado nutrimental del cultivo (deficiencia o exceso), independientemente de la edad de las hojas. Las normas DRIS se obtienen de un número grande de valores de concentración media nutrimental, de cultivos con alto rendimiento (Beaufils, 1973). El DRIS usa índices para cada nutriente, obtenidos de la media aritmética de las funciones calculadas, considerando las relaciones de todas las parejas de elementos en las que interviene el elemento determinado. Estas relaciones están elegidas de tal manera que su variación con la edad de la hoja sea mínima, por lo que normalmente son el cociente entre los elementos, aunque puede ser también el producto. Se puede calcular un índice DRIS para cada nutriente, basado en la desviación media de cada relación seleccionada de su valor óptimo, es decir, el índice DRIS óptimo para cada nutriente es cero. Los índices negativos indican deficiencias y los positivos excesos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de Estudio

El trabajo de campo se desarrolló de febrero de 2005 a mayo de 2006 en la zona citrícola del municipio de Huimanguillo, Tabasco, la cual se encuentra entre las coordenadas 17° 33' a 17° 55' N y 93° 26' a 93° 51' O. En esta área predomina un clima Af(m) cálido-húmedo, con lluvias todo el año, con temperatura media anual de 26.2 °C y precipitación anual de 2290 mm. Los suelos

se clasifican mayormente en diferentes subunidades del grupo Acrisol (Salgado *et al.*, 2007).

Tamaño de Muestra

Con base en el padrón de productores del Consejo Citrícola de Tabasco AC se hizo un muestreo aleatorio preliminar (Infante y Zarate, 2005); a partir de los datos resultantes se determinó un tamaño de muestra representativo para las plantaciones de naranja de la zona. Se empleó la Ecuación 1 estableciendo 10% de precisión y 95% de confiabilidad, cuya solución arrojó un valor n de 84, que fue el número de plantaciones de naranja cv. Valencia muestreadas de entre el total de plantaciones citrícolas.

$$n = \frac{\sum N^2 p \frac{q}{w}}{N^2 D} + \sum N p q \quad (1)$$

donde: n = tamaño de muestra, N = tamaño de la población (productores citrícolas), p = productores de naranja Valencia, q = productores de limón Persa, D = precisión deseada.

Muestreos Foliare

Los muestreos foliares se hicieron con el método de Olarte-Ortiz *et al.* (2000), el cual consiste en coleccionar muestras compuestas formadas por 80 hojas de tamaño similar (8 hojas por árbol, 10 árboles por plantación). Se tomaron hojas del quinto nudo a partir del ápice, en ramas sin frutos, del crecimiento de los últimos 5-7 meses, a una altura aproximada de 1.70 m del suelo, con iluminación total y distribuidas en los cuatro puntos cardinales del árbol. Dentro de cada plantación se seleccionaron árboles que representaran el desarrollo del cultivo. Las muestras se tomaron entre las 6:00 y 9:00 h (Chapman y Pratt, 1973), se guardaron en bolsas de papel etiquetadas y se conservaron a ± 4 °C durante su transporte al laboratorio, donde se prepararon y analizaron; no se coleccionaron muestras inmediatamente después de lluvias intensas o con rocío abundante.

Análisis Nutricional

Después de lavar las muestras con jabón neutro se enjuagaron con agua destilada, se eliminó el exceso de agua con papel absorbente. El material vegetal se secó

a 70 °C durante 48 h en una estufa con circulación forzada de aire, se molió en un molino de acero inoxidable y se tamizó en malla 20. Las muestras se cribaron en malla 60 antes de determinar N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn y B siguiendo los métodos descritos por Jones *et al.* (1991). Los resultados de laboratorio se interpretaron mediante los métodos Rango de Suficiencia, Método DRIS e índice DOP.

Interpretaciones de los Análisis Nutricionales

Los resultados de laboratorio se interpretaron empleando tres diferentes métodos. En el método convencional o Rango de Suficiencia (RS) la interpretación se hizo por comparación simple de los valores de las muestras respecto a valores de referencia para el cultivo de interés (Jones *et al.*, 1991).

Para la interpretación con el método DRIS, los cálculos (Cuadro 1) se realizaron a partir de los valores de las muestras y las normas, mediante los siguientes procedimientos: 1). Se establecieron las relaciones de elementos a partir de nuestros resultados N/P, N/K, N/Ca, N/Mg, N/Fe, N/Cu, N/Zn, N/Mn, N/B y así para todas las relaciones posibles. 2). Se calcularon las funciones que comparan los datos analíticos con los de la norma, mediante las Ecuaciones 2 y 3:

$$F\left(\frac{N}{P}\right) = \frac{\left(\frac{N}{P_{dato}}\right) - \left(\frac{N}{P_{norma}}\right)}{\left(\frac{N}{P_{dato}}\right)(CV)} 100 \quad (2)$$

$$F\left(\frac{N}{K}\right) = \frac{\left(\frac{N}{K_{dato}}\right) - \left(\frac{N}{K_{norma}}\right)}{\left(\frac{N}{K_{dato}}\right)(CV)} 100 \quad (3)$$

3). De esta manera se obtuvieron todas las funciones para determinar las relaciones entre los elementos. Cuando el valor de la norma es menor se divide entre ella, y no entre el dato analítico. Las funciones del elemento cuyo índice se calcula están en el numerador con signo positivo, y en las que están en el denominador aparecen con signo negativo. Las normas DRIS y el coeficiente de variación (CV) para el cultivo de naranja

Cuadro 1. Normas de Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS) para el cultivo de naranja cv. Valencia cultivada en la sabana de Huimanguillo, Tabasco.

Elementos, medias de las relaciones y coeficientes de variación									
Norma	N/P	N/K	N/Ca	N/Mg	N/B	N/Cu	N/Fe	N/Mn	N/Zn
Media	17.2816	2.2008	0.9526	10.4521	0.3831	1.0977	0.1775	0.468	0.4512
CV	9.39	11.56	16.83	20.82	15.55	18.58	36.64	24.39	31.28
Norma	P/K	P/Mg	P/B	P/Cu	P/Fe	P/Mn	P/Zn		
Media	0.1276	0.6047	0.0225	0.0648	0.0104	0.0276	0.0267		
CV	32.26	19.28	22.22	40.74	27.88	34.42	36.7		
Norma	K/Ca	K/Mg	K/B	K/Cu	K/Mn	K/Zn			
Media	0.4418	4.8034	0.1768	0.5129	0.2187	0.211			
CV	24.06	24.17	22.56	43.94	37.76	38.38			
Norma	Ca/Mg	Ca/B	Ca/Cu	Ca/Fe	Ca/Mn	Ca/Zn			
Media	11.1505	0.4146	1.1358	0.1859	0.4847	0.4736			
CV	21.63	25.39	26.07	15.38	19.35	25.88			
Norma	Mg/B	Mg/Cu	Mg/Mn	Mg/Zn					
Media	0.0387	0.1095	0.0469	0.0465					
CV	30.23	40.45	37.95	45.16					
Norma	B/Cu	B/Fe	B/Mn	B/Zn					
Media	2.9677	0.4842	1.2759	1.2117					
CV	24.87	33.04	39.4	38					
Norma	Cu/Fe	Cu/Mn	Cu/Zn						
Media	0.1706	0.4404	0.4342						
CV	18.58	17.09	27.29						
Norma	Fe/Mn	Mn/Zn							
Media	2.6129	0.9854							
CV	14.44	20.43							
Norma	Mn/Zn								
Media	0.9854								
CV	20.43								

CV = coeficiente de variación.

cv. Valencia (Cuadro 1) fueron obtenidos de Mourão y Azevedo (2003). Se calcularon los índices específicos de cada nutriente a partir de las funciones en las que intervienen, mediante las ecuaciones siguientes:

$$IN = \frac{f\left(\frac{N}{P}\right) + f\left(\frac{N}{K}\right) + f\left(\frac{N}{Ca}\right) + f\left(\frac{N}{Mg}\right)}{4} \quad (4)$$

$$IP = \frac{f\left(\frac{N}{P}\right) + f\left(\frac{K}{P}\right) + f\left(\frac{Ca}{P}\right) + f\left(\frac{Mg}{P}\right)}{4} \quad (5)$$

Finalmente, para interpretar nuestros resultados mediante el método DOP, los índices de cada nutriente (Cuadro 2) se calcularon a partir de valores de las muestras mediante la Ecuación 6:

$$IA = \frac{A-a}{A} 100 \tag{6}$$

donde: IA = índice del nutrimento, A = concentración de la muestra, a = valor de la norma.

La comparación de la funcionalidad de los métodos de diagnóstico RS, DOP y DRIS se realizó sobre los resultados del análisis foliar de 840 árboles de naranja cv. Valencia, cultivados en suelos ácidos de Huimanguillo, Tabasco (Cuadro 2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rangos de Suficiencia (RS)

Mediante el método RS fueron detectadas deficiencias de Mg, Mn y Zn (Cuadro 2) en las plantaciones de naranja Valencia de la Sabana de Huimanguillo, tomando como base los estándares de Jones *et al.* (1991) para naranja; el orden de requerimiento nutrimental (ORN) con base en el valor más deficiente fue: Mg>Mn>Zn. Este resultado indica que la práctica de fertilización cotidiana ha mejorado la nutrición de N y P desde 1988, cuando se determinaron como deficitarios ambos nutrimentos en dicha zona citrícola (Toledo y Etchevers, 1988), mientras que en nuestro estudio se encontraron en valores normales. La deficiencia de Mg acentúa las deficiencias de Zn y Mn, pero los tres elementos se corrigen con la aplicación de Mg en forma de cal dolomítica (Smith, 1989).

Por su parte, las concentraciones de N, P y K son similares a las reportadas por Rodríguez *et al.* (1989)

en plantaciones de Cuba con rendimientos de 21 Mg ha⁻¹ y concentraciones foliares de N de 2.19%, P de 0.12% y K de 1.17%. A pesar de obtener el mismo rendimiento de fruto, las concentraciones foliares varían tal como lo reportó Pérez-Zamora (2004), quien encontró concentraciones de 2.6% de N, 0.31% de P, 0.81% de K, 3.4% de Ca, 0.63% de Mg, 180 ppm de Fe, 28 ppm de Mn, y 28 ppm de Cu en naranja Valencia cultivada en un Calcisol pétrico.

Los resultados de este estudio hacen evidente la necesidad de implementar un programa integral de fertilización para el cultivo de naranja Valencia basado en la aplicación de N, P y K más enalado (Olar-te-Ortiz *et al.*, 2000; Zetina *et al.*, 2002). Dicho programa debería durar al menos cinco años para evaluar la respuesta de la fertilización sobre la calidad y rendimiento de fruto (Opazo y Razeto, 2001). En campo es común observar las deficiencias de Mg, Zn y Mn a simple vista.

Desviación del Óptimo Porcentual (DOP)

Al emplear el método DOP para interpretar los valores nutrimentales de las muestras de naranja Valencia, las deficiencias detectadas fueron: N, P, K, Mg, Ca, Cu, Fe, B, y Mn (Cuadro 2). Al determinar el ORN a partir de la mayor deficiencia encontramos que los requerimientos nutrimentales son: Cu>Mg>Fe>P>K>Ca>B>N>Mn. Con este método también se encontraron deficiencias de Mg y Mn, entre otros elementos. Una explicación es que algunos nutrimentos que alcanzaron el rango óptimo dentro del RS, estaban en el límite inferior de éste, y al aplicar un criterio diferente se mostraron como deficientes.

Cuadro 2. Concentración nutrimental, índices de Desviación del Óptimo Porcentual (DOP) e índices de Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS) obtenidos a partir de hojas de naranja cv. Valencia, cultivada en la sabana de Huimanguillo, Tabasco.

Concentración foliar promedio									
N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
%					mg kg ⁻¹				
2.3	0.12	1.22	5.6	0.23	188.7	9.4	17.9	16.2	39.2
± 0.40	± 0.02	± 0.20	± 2.0	± 0.06	± 46.5	± 4.9	± 8.5	± 6.0	± 11.9
Índices DOP									
IN	IP	IK	ICa	IMg	IFe	ICu	IZn	IMn	IB
-0.30	-0.79	-0.71	-0.47	-3.15	-0.84	-4.93	1.09	-0.29	-0.36
Índices DRIS									
IN	IP	IK	ICa	IMg	IFe	ICu	IZn	IMn	IB
57.63	-147.96	-97.88	-35.56	-98.93	212.76	12.71	15.08	9.29	72.86

Cada promedio es seguido de su desviación estándar; n = 84.

Nuestros datos coinciden con lo reportado por Toledo y Etchevers (1988) para el cultivo de naranja en la zona de estudio, quienes detectaron deficiencias de P en este cultivo; las deficiencias de Mg, Mn y Zn sólo estaban presentes en algunas plantaciones. Los índices de Fe y B fueron subestimados con el método DOP ya que en el suelo se encuentran en niveles adecuados, según un estudio previo (Salgado *et al.*, 2007), mientras que el RS los considera en exceso y óptimos, respectivamente (Jones *et al.*, 1991). La DOP sobreestimó el índice de Zn clasificándolo en exceso, mientras que en el suelo este nutriente se encuentra en un nivel deficiente ($<0.50 \text{ mg kg}^{-1}$ de suelo), como lo revela un estudio previo (Salgado *et al.*, 2007).

Método DRIS

La interpretación de los resultados del análisis foliar mediante el método DRIS indica deficiencias de P, K, Ca y Mg (Cuadro 2) y el ORN determina un demanda nutrimental $P > Mg > K > Ca$. Este resultado se explica por la naturaleza muy ácida característica de los suelos de sabana; se considera que es recomendable aplicar cal dolomítica para aportar Ca y Mg, aumentar el pH del suelo y hacer más disponible el P (Zetina *et al.*, 2002; Salgado *et al.*, 2007). En suelos con bajos contenidos de K y plantaciones en etapa productiva se sugiere aumentar la fertilización potásica para mantener el rendimiento y la calidad del fruto (Mattos *et al.*, 2003).

Nuestros resultados muestran que el método DRIS presenta cualidades intermedias para detectar

deficiencias entre el RS y la DOP, en la interpretación de análisis nutrimentales. Otra propiedad del DRIS es que detecta de manera notoria el exceso de Fe, N y B (Mourão y Azevedo, 2003). Este exceso podría causar un desbalance nutricional en las plantaciones de naranja, pero la disponibilidad de Fe y B en el suelo puede disminuir con el encalado.

En la Figura 1 se representa el comportamiento comparado de los índices de desbalance nutrimental obtenidos por los tres métodos de diagnóstico comparados en este estudio. Valores de cero indican el nivel óptimo para la nutrición de la naranja Valencia, valores positivos indican exceso y valores negativos indican deficiencias.

De acuerdo con nuestros resultados, se considera conveniente emplear cuando menos dos métodos de interpretación para elaborar el diagnóstico nutrimental de la naranja Valencia, cultivada en la sabana de Huimanguillo (Cottenie, 1982; Lucena, 1997).

CONCLUSIONES

El método de interpretación Desviación del Óptimo Porcentual (DOP) detecta el mayor número de nutrientes deficientes en plantaciones de naranja cv. Valencia, cultivada en suelos ácidos de Huimanguillo, Tabasco, México. Los métodos de interpretación de análisis nutrimental DOP, Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS) y el de Rangos de Suficiencia (RS) detectaron deficiencias de Mg en las plantaciones de naranja Valencia cultivada

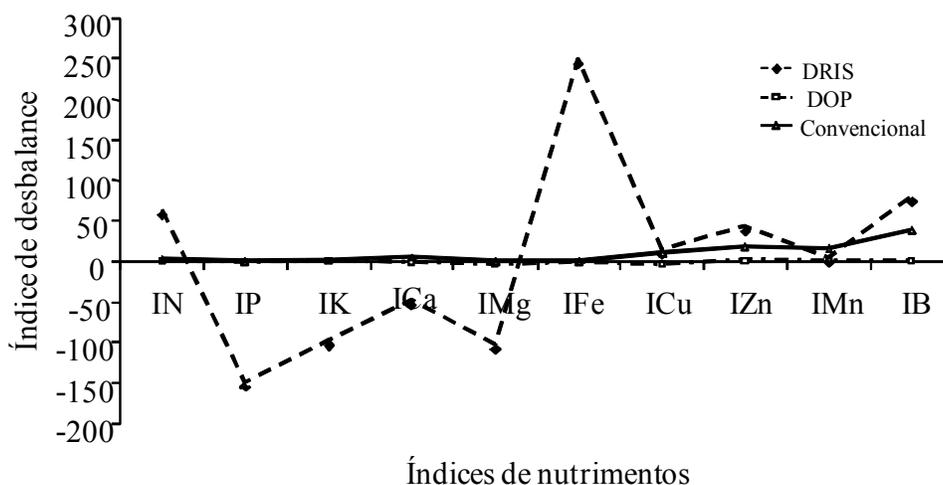


Figura. 1. Comparación de tres métodos de interpretación de los análisis nutrimentales en naranja cv. Valencia cultivada en la sabana de Huimanguillo, Tabasco.

en la sabana de Huimanguillo. El método DRIS detectó excesos de Fe, N y B los cuales fueron subestimados por el método DOP, que de hecho los considera deficientes. Para el diagnóstico nutricional de naranja Valencia cultivada en suelos ácidos, es recomendable emplear al menos dos métodos de interpretación de los resultados de laboratorio, a fin de llegar a conclusiones confiables.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Produce Tabasco A.C. y al Consejo Citrícola del Estado de Tabasco A.C., por el apoyo económico otorgado a través de los proyectos FP3-06 y FP4-10 para realizar este estudio.

LITERATURA CITADA

- Beaufils, 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 Sci. Bul. 1. University of Natal. Pietermaritzburg, South Africa.
- Beberly, R. B., J. C. Stara, J. C. Ojala, and T. W. Embleton. 1984. Nutrient diagnosis of "Valencia" oranges by DRIS. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 109: 649-654. Chapman, H. D. y E. Pratt P. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Trillas. México, D. F.
- Cottenie, A. 1982. Los análisis de suelos y plantas como base para formular recomendaciones sobre fertilizantes. Boletín de suelos de la FAO 38/2. Roma, Italia.
- Infante, G. S. y G. P. Zarate de L. 2005. Métodos estadísticos: un enfoque interdisciplinario. Trillas. México, D. F.
- Jones, B. J., B. Wolf, and H. A. Mills. 1991. Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Micro-Macro Publishing. Athens, GA, USA.
- Lucena, J. J. 1997. Methods of diagnosis of mineral nutrition of plants a critical review. Acta Hort. 448: 179-192.
- Mattos, D., J. A. Quaggio, H. Cantarella, and A. K. Alva. 2003. Nutrient content of biomass components of Hamlin sweet orange trees. Sci. Agric. 60: 155-160.
- Montañés, L., L. Heras, J. Abadía, and M. Sanz. 1993. Plant analysis interpretation based on a new index: Deviation from optimum percentage (DOP). J. Plant Nutr. 16: 1289-1308.
- Mourão F., F. A. A. and J. C. Azevedo. 2003. DRIS norms for 'Valencia' sweet orange on three rootstocks. Pesq. Agropec. Bras. 38: 85-93.
- Olarte-Ortiz, O., G. Almaguer-Vargas y J. R. Espinoza-Espinoza. 2000. Efecto de la fertilización foliar en el estado nutricional, la fotosíntesis, la concentración de carbohidratos y el rendimiento en naranja Valencia Late. Terra 18: 339-347.
- Opazo A., J. D. y B. Razeto M. 2001. Efecto de diferentes fertilizantes potásicos en el contenido foliar de nutrientes, producción y calidad de fruta en naranja cv. Valencia. Agric. Téc. 61: 470-478.
- Pérez-Zamora, O. 2004. Concentración nutricional en hojas, rendimiento, eficiencia de producción, calidad de jugo e índices nutricionales de naranja Valencia injertado en portainjertos de cítricos. Agrociencia 38: 141-154.
- Rodríguez, B., G. Vallin., F. González y E. Padrón. 1989. Normas DRIS preliminares para NPK foliar en naranja. Cien. Téc. Agric. Suelos Agroq. 12: 55-63.
- Salgado-García, S., D. J. Palma-López, J. Zavala-Cruz, L. E. Lagunes-Espinoza, M. Castelán-Estrada, C. F. Ortiz-García, F. Ventura-Ulloa, A. Marin-Aguilar, E. Moreno-Caliz, J. A. Rincón-Ramírez y E. Hernández-Nataren. 2007. Sistema integrado para recomendar dosis de fertilizantes (SIRDF) en el área citrícola de Huimanguillo, Tabasco. Colegio de Postgraduados. México, D. F.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2009. Cierre de la producción agrícola por Estado. Naranja. http://www.siap.sagarpa.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351 (Consulta: agosto 1, 2011).
- Smith, F. P. 1989. Nutrición de cítricos. USDA-ARS. Orlando, FL, USA.
- Toledo M., R. y J. D. Etchevers B. 1988. Estado nutricional de los cítricos de la sabana de Huimanguillo, Tabasco. Terra 6: 140-150.
- Walworth, J. L., W. S. Letzsch, and M. E. Sumner. 1986. User of boundary lines in establishing diagnostic norms. Soil Sci. Soc. Am. J. 50: 123-128.
- Zetina Lezama, R., L. Pastrana A., J. Romero M. y J. A. Jiménez Ch. 2002. Manejo de suelos ácidos para la región tropical húmeda de México. Libro técnico 10. INIFAP-CIRGOC, Campos Experimentales Papaloapan y Huimanguillo. Veracruz, México.