

# DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL MEDIANTE EL USO DEL DRIS MODIFICADO (DRIS-M) EN HUERTOS DE NARANJO EN EL ESTADO YARACUY, VENEZUELA

Pedro L. Torres<sup>1</sup>, Jesús Aular<sup>1</sup>, Marcos Rengel<sup>2</sup> y José Montañó<sup>2</sup>

## RESUMEN

La fertilización del naranjo en Venezuela se ha realizado principalmente de forma empírica o basada en análisis de suelos. Sin embargo, estos procedimientos no consideran todos los factores que afectan la absorción de nutrientes, generándose desbalances nutricionales que desmejoran el rendimiento y calidad de los frutos. En este trabajo se determinó el estado nutricional de huertos de naranjo en las cuatro principales zonas cítricas del estado Yaracuy (Aroa, Durute, Nirgua y Yumare) mediante el análisis y diagnóstico DRIS-M de 192 muestras, y posterior comparación con los análisis de suelo. Se obtuvo que la principal limitación nutricional es la deficiencia de fósforo, seguida por el exceso de nitrógeno, la deficiencia de cinc y el exceso de hierro, en ese orden. El potasio, magnesio, calcio y cobre se encontraron generalmente en proporciones adecuadas. En Aroa se presentaron deficiencias de cobre y manganeso, y sólo de manganeso en Nirgua. Se encontraron algunas diferencias entre los diagnósticos nutricionales de las cuatro zonas evaluadas. En el trabajo se sugieren posibles causas de los diagnósticos establecidos.

**Palabras clave adicionales:** *Citrus sinensis*, naranjo, fertilización, balance nutricional

## ABSTRACT

### Nutritional diagnosis of orange orchards in Yaracuy State by using the modified DRIS (DRIS-M)

The fertilization of orange trees in Venezuela has been accomplished mainly by empirical forms or based in soil analysis. However, these procedures do not take into account all factors that affect nutrients absorption, and originate nutritional imbalances that may impair yield and quality of the fruits. In this research, the nutritional status of orange tree orchards located in the four main citrus zones of Yaracuy State (Aroa, Durute, Nirgua y Yumare) by analysis and DRIS-M diagnostic of 192 foliar samples, and later comparison with soil analysis. It was found that the main nutritional limitation is the phosphorus deficiency, followed by nitrogen excess, zinc deficiency, and iron excess. Potassium, magnesium, calcium and copper were generally in suitable proportions. Deficiencies of copper and manganese were found in Aroa, and only manganese in Nirgua. Some differences among the nutritional diagnoses of the four studied zones were detected. Possible causes of this diagnosis are discussed in the paper.

**Additional key words:** *Citrus sinensis*, orange tree, fertilization, nutritional balance

## INTRODUCCIÓN

La gran diversidad de situaciones edáficas que presenta Venezuela, a diferentes niveles, hacen muy difícil indicar áreas con suelos aptos para la producción del naranjo sin el uso de enmiendas. Por ello desde el inicio del incremento en la producción de cítricos en el país, hace casi 50 años, se ha venido utilizando el uso de abonos y el encalado para mejorar el contenido de nutrientes y el pH (Benaccio et al., 1985). Durante este tiempo la fertilización de los cítricos se ha basado tradicionalmente en la

aplicación de nitrógeno y potasio, un poco de fósforo que normalmente se tiene en las mezclas físicas que se comercializan, algo de cobre que contienen algunos fungicidas y en algunos pocos casos calcio aplicado en forma de cal agrícola para corregir la acidez o neutralizar iones de aluminio (Avilán et al., 1992).

La mayoría de los sistemas de recomendación de dosis de fertilizantes están basados en estudios de correlación y calibración, y en estudios de evaluación de dosis de fertilizantes (Delgado y Salas, 2006). Por otra parte, se han logrado algunos adelantos en la actualización de las bases de

Recibido: Febrero 19, 2009

Aceptado: Febrero 25, 2010

<sup>1</sup> Posgrado en Horticultura, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela. e-mail: pltorresz@hotmail.com ; jesusaular@ucla.edu.ve

<sup>2</sup> Agri de Venezuela. Chorobobo, estado Lara. Venezuela

recomendación de fertilizantes en Venezuela, mediante la utilización de variables de suelo adicionales al contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, tales como características específicas de cultivares y manejo (INIA, 2004). Sin embargo, las diferentes formas de recomendación, al no ser obtenidas localmente, pueden presentar errores tanto en la localización como en el tiempo, este último dado a que dichos estudios no consideran que los elementos no aplicados se irán agotando con el tiempo (Malavolta et al., 1997). Todo lo anterior, aunado al hecho de que muchos productores aplican fertilizantes sin ningún criterio técnico, ha venido alterando negativamente la composición mineral de los suelos, y con ello, disminuyendo la productividad de los huertos y la calidad de las frutas (Avilán y Leal, 1990).

La metodología DRIS (Beaufils, 1973), que considera las relaciones binarias entre las concentraciones de los nutrientes, ha mostrado ser efectiva en el diagnóstico de problemas nutricionales. Además, si el método se modifica para considerar adicionalmente las relaciones de materia seca se incrementa su eficiencia ya que se toma en cuenta la concentración de cada nutriente y no sólo la relación entre ellos. De esta forma, el método se convierte en el DRIS modificado o DRIS-M (Hallmark et al., 1987).

En Venezuela, Rodríguez et al. (1997) sugirieron normas DRIS en naranjo 'Valencia', lo que constituye una referencia para evaluar la problemática de la nutrición mineral en los huertos de naranjos en el país, y planificar su manejo adecuado. Por ello, el objetivo de este trabajo fue realizar el diagnóstico nutricional de huertos de naranjo en el estado Yaracuy mediante el DRIS-M, para conocer cual o cuales elementos se hallan con mayor frecuencia en valores deficitarios o excesivos, y que pudieran considerarse limitantes de la producción y la calidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el análisis de 192 muestras foliares de naranjo (*Citrus sinensis* L. Osbeck) cv. 'Valencia', provenientes de huertos de cuatro zonas cítricas del estado Yaracuy: Nirgua, región Durute-San Felipe, Yumare y Aroa (48 muestras de cada zona). Las muestras fueron

recolectadas entre los años 2007 y 2008, y cada muestra se conformó con al menos 30 hojas, sanas y completamente desarrolladas, del último flujo de crecimiento; ubicadas entre el cuarto y quinto nudo desde el ápice, en ramas no fructíferas, según la metodología descrita por Maldonado et al. (2001). Adicionalmente, se realizaron análisis de suelo de rutina para determinación de macro y micro elementos en todos los huertos.

En las muestras foliares el nitrógeno fue determinado por el método Kjeldahl. Para el resto de los elementos las muestras se digirieron por incineración y se diluyeron en ácido nítrico. El fósforo fue determinado por espectrofotometría UV-visible con molibdato de amonio, y los demás macro y micro elementos por espectrofotometría de absorción atómica.

El diagnóstico nutricional fue realizado por la metodología DRIS, utilizando la fórmula de Jones (1981), la cual evita sobrestimación de los valores deficientes:

$$f(A/B) = \frac{k(A/B - a/b)}{s}$$

donde A/B puede ser mayor, menor o igual a a/b; f(A/B) = función de comparación estandarizada; k = Constante de precisión, se utilizó un k = 1; A/B = Cociente de la muestra problema; a/b = Norma DRIS y s = Desviación estándar de la norma DRIS a/b.

Adicionalmente, se consideraron las relaciones de materia seca (DRIS-M) no sólo para mejorar la eficiencia del diagnóstico sino para poder establecer el estado nutricional en cuanto a los micronutrientes, debido a que las normas DRIS creadas para la zona (Rodríguez et al., 1997) no toman en cuenta los micronutrientes, por lo que para el caso del cobre, hierro, manganeso y cinc se tomaron los rangos según varios de los autores más conocidos, y de éstos se calcularon las medias y el coeficiente de variación (Cuadro 1). Aunque este procedimiento no permite considerar las relaciones entre los micronutrientes y de ellos con el resto de los elementos, pudo utilizarse la fórmula propuesta por Jones (1981) para estandarizar sus concentraciones y compararlas con las de los otros elementos. De esta forma, las normas utilizadas en el presente trabajo quedaron establecidas como se observa en el Cuadro 2.

En la fórmula de Jones (1981) se utilizó un valor de k = 1 para que los índices DRIS calculados estuviesen en la misma unidad de desviación

estándar. Así, los índices con una diferencia mayor que 1 con respecto al eje cero fueron estadísticamente diferentes del valor norma y se consideraron desbalanceados; siendo excesivos los valores estadísticamente mayores que este eje, y deficientes los valores menores estadísticamente al eje.

**Cuadro 1.** Rangos comunes para las concentraciones apropiadas de Cu, Fe, Mn y Zn en los cítricos

Elemento	Rango (mg·kg <sup>-1</sup> )	Media (mg·kg <sup>-1</sup> )	C.V. (%)
Cu <sup>1,2 y 5</sup>	5-16	10,5	52,38
Fe <sup>3,4 y 6</sup>	50-120	85,0	41,18
Mn <sup>1 y 2</sup>	25-200	112,5	77,78
Zn <sup>1,2 y 5</sup>	25-120	72,5	65,52

1: Embleton et al. (1973); 2: Reuther et al. (1962); 3: Smith (1966); 4: Netto et al. (1988); 5: Malavolta y Netto (1989); 6: Grupo Paulista (1994)

Con base al balance nutricional se estableció el porcentaje de las muestras que presentaron diferentes diagnósticos según el Cuadro 3. Los índices DRIS-M fueron calculados mediante el programa SID 2009, y las diferencias entre localidades fueron determinadas mediante la

prueba de chi-cuadrado, utilizando el programa Statistix 8.

**Cuadro 2.** Normas DRIS-M para cítricos en huertos del estado Yaracuy

Elemento	Media	C.V.
N/MS	2,73	13,36
P/MS	0,31	22,37
K/MS	1,32	28,29
Ca/MS	3,36	39,56
Mg/MS	0,30	42,35
Cu/MS	10,50	52,38
Fe/MS	85,00	41,18
Mn/MS	112,50	77,78
Zn/MS	72,50	65,52
N/K	2,28	37,20
N*Ca	9,08	37,84
N*Mg	0,83	42,93
P*Ca	1,02	45,51
P*Mg	0,09	41,12
P/K	0,26	44,80
K*Ca	4,33	49,08
K*Mg	0,40	62,73
Ca/Mg	12,79	55,87
N/P	9,50	33,82

Cuadro modificado a partir de Rodríguez et al. (1997) para incorporar las relaciones con la materia seca

**Cuadro 3.** Criterios empleados para el diagnóstico nutricional según los índices de balance nutricional para cualquier nutriente (S: desviación estándar)

Índice	Valores inferiores a la norma		Valores dentro de la norma	Valores superiores a la norma	
	Mayor de 2 S	Mayor de 1 S	Entre 0 y 1 S	Mayor de 1 S	Mayor de 2 S
Diagnóstico	Deficiencia severa	Deficiencia moderada	Adecuado	Exceso moderado	Exceso severo

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los diagnósticos nutricionales basados en la metodología DRIS-M indican que 81,3 % de las muestras estaban deficientes en fósforo, 75 % deficientes en cinc, 62 % con excesos de nitrógeno y 71,3 % con excesos de hierro (Cuadros 4 y 5).

Las deficiencias de fósforo representan el factor más limitante y generalizado que afecta los rendimientos de los huertos muestreados (sólo en los huertos de Aroa esto fue menos notorio). Esta deficiencia de fósforo podría atribuirse a las bajas dosis que se aplican de este elemento, en proporción a los contenidos de nitrógeno y

potasio, y a la falta de su incorporación al suelo, lo que causaría su fijación parcial en la superficie antes de entrar en contacto con las raíces (Fixen, 2008). La deficiencia de fósforo causa incrementos en la acidez (Malavolta et al., 2008; Torres et al., 2009a), disminución en el porcentaje de zumo y en el índice de madurez (Vitti, 1992; Torres et al., 2009a), y disminución de la producción (García y Picone, 2004).

El segundo factor nutricional, en orden de importancia que se encuentra afectando el rendimiento es el exceso de nitrógeno especialmente en los huertos de Aroa y Nirgua (Cuadro 4). Aunque no tan generalizado como la deficiencia de fósforo, llegó a presentar excesos

severos de nitrógeno en 30,2 % de las muestras de estas localidades. Esto podría estar causando problemas en la calidad de la fruta, como frutos de menor masa e índice de madurez (Mattos et al., 2005; Malavolta et al., 2008) y mayor acidez (Torres et al., 2009a). Además, excesos de

nitrógeno pueden favorecer la aparición de plagas y enfermedades (Primavesi, 1990). El contenido de materia orgánica en los huertos evaluados no es alto, por lo que se presume que el exceso de nitrógeno en los tejidos se deba a una sobrefertilización recurrente con este elemento.

**Cuadro 4.** Porcentajes de muestras de naranjos en las diferentes categorías de diagnóstico nutricional para los diferentes macroelementos en cuatro zonas cítricas del estado Yaracuy

Localidad	Diagnóstico	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Aroa	Deficiencia severa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Deficiente	0,0	33,3	33,3	0,0	0,0
	Adecuado	0,0 A	66,7 A	66,7 A	100,0 A	100,0 A
	En exceso	66,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	Exceso severo	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Durute	Deficiencia severa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Deficiente	0,0	91,7	4,2	0,0	0,0
	Adecuado	68,7 B	8,3 BC	95,8 AB	100,0 A	100,0 A
	En exceso	31,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	Exceso severo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nirgua	Deficiencia severa	0,0	27,1	0,0	0,0	0,0
	Deficiente	0,0	72,9	4,2	0,0	0,0
	Adecuado	8,3 A	0,0 C	83,3 AB	100,0 A	100,0 A
	En exceso	64,6	0,0	12,5	0,0	0,0
	Exceso severo	27,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Yumare	Deficiencia severa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Deficiente	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
	Adecuado	75,0 B	0,0 B	75,0 B	100,0 A	100,0 A
	En exceso	25,0	0,0	25,0	0,0	0,0
	Exceso severo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Las letras mayúsculas indican los grupos estadísticos establecidos a partir de pruebas pareadas de chi-cuadrado para las diferentes localidades.

La deficiencia de cinc aparece como la tercera restricción nutricional que más afecta los rendimientos, aunque tal deficiencia es poco común en suelos ácidos. Es posible que el exceso de nitrógeno ocasione un crecimiento acelerado, con la consecuente utilización acelerada de otros elementos como el cinc, pudiendo la planta sufrir deficiencias del mismo (Del Rivero, 1968). La deficiencias de cinc pueden causar una disminución en el porcentaje de zumo (Malavolta et al., 2008; Torres et al., 2009b).

El exceso de hierro, aparece como la cuarta limitante nutricional, más generalizada en los huertos estudiados, llegando el 45,8 % de las muestras a presentar excesos severos.

A pesar de la certeza de los factores nutricionales ya señalados, se destaca una notoria heterogeneidad de los diagnósticos para algunos

elementos nutricionales en las muestras de las diferentes localidades. En este sentido, la prueba pareada de chi-cuadrado (Cuadro 6) indicó que existen diferencias importantes entre ellas y sólo los diagnósticos nutricionales para el calcio y el magnesio fueron estadísticamente iguales en todas las localidades.

Con relación a lo anterior, se observa que la mayoría de las muestras de Durute y Yumare presentan el nitrógeno en un nivel adecuado y sólo el 28,1 % de ellas se encontró en exceso, mientras que en las localidades de Aroa y Nirgua se concentran la mayoría de las muestras con excesos y excesos severos del elemento (Cuadro 4). Asimismo, se observa que en Aroa la mayoría de las muestras no presentó la deficiencia de fósforo, siendo la única de las cuatro localidades que no mostró dicho problema. Al analizar los valores del

pH y del fósforo en el suelo (Cuadro 7), se observa Aroa con un pH ligeramente alcalino y baja concentración de fósforo, a diferencia de las otras tres localidades con pH ácido y altos contenidos de fósforo; estos dos hechos sugieren

que las deficiencia del fósforo en los naranjos de Durute, Nirgua y Yumare se deben a la precipitación del elemento a formas insolubles debido a la acidez del suelo (Malavolta et al., 1997).

**Cuadro 5.** Porcentajes de muestras de naranjos en las diferentes categorías de diagnóstico nutricional para los diferentes microelementos en cuatro zonas cítricas del estado Yaracuy

Localidad	Diagnóstico	Cu (%)	Fe (%)	Mn (%)	Zn (%)
Aroa	Deficiencia severa	0,0	0,0	0,0	0,0
	Deficiente	33,3	0,0	66,7	100,0
	Adecuado	66,7	33,3	33,3	0,0
	En exceso	0,0	33,3	0,0	0,0
	Exceso severo	0,0	33,3	0,0	0,0
Durute	Deficiencia severa	0,0	0,0	0,0	0,0
	Deficiente	4,2	0,0	0,0	20,8
	Adecuado	87,5	12,5	95,8	79,2
	En exceso	8,3	8,3	4,2	0,0
	Exceso severo	0,0	79,2	0,0	0,0
Nirgua	Deficiencia severa	0,0	0,0	0,0	0,0
	Deficiente	0,0	0,0	52,1	79,2
	Adecuado	100,0	43,7	47,9	20,8
	En exceso	0,0	35,4	0,0	0,0
	Exceso severo	0,0	20,8	0,0	0,0
Yumare	Deficiencia severa	0,0	0,0	0,0	0,0
	Deficiente	0,0	0,0	0,0	100,0
	Adecuado	100,0	25,0	100,0	0,0
	En exceso	0,0	25,0	0,0	0,0
	Exceso severo	0,0	50,0	0,0	0,0

Las letras mayúsculas indican los grupos estadísticos establecidos a partir de pruebas pareadas de chi-cuadrado para las diferentes localidades.

**Cuadro 6.** Pruebas pareadas de chi-cuadrado entre las localidades de Aroa, Durute, Nirgua y Yumare para el diagnóstico nutricional de los diferentes elementos nutritivos en los tejidos

Localidades comparadas		Elementos								
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
Aroa-Durute	Chi-cuadrado	18,25	13,33	3,28	0	0	4,03	7,48	17	21,89
	p	0,0001	0,0003	0,07	1	1	0,1335	0,0237	0,0002	>0.0001
	Significancia	**	**	ns	ns	ns	ns	*	**	**
Aroa-Nirgua	Chi-cuadrado	1,13	17,88	4,83	0	0	5,93	0,89	1,17	3,31
	p	0,569	0,0001	0,0892	1	1	0,0149	0,6399	0,2802	0,0688
	Significancia	ns	**	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
Aroa-Yumare	Chi-cuadrado	20,27	16,76	9,04	0	0	5,93	0,88	16,76	0
	p	>0.0001	>0.0001	0,0109	1	1	0,0149	0,643	>0.0001	1
	Significancia	**	**	*	ns	ns	*	ns	**	ns
Durute-Nirgua	Chi-cuadrado	13,98	5,33	2,14	0	0	2,13	12,6	11,13	12,5
	p	0,0009	0,695	0,3425	1	1	0,3442	0,0018	0,0038	0,0004
	Significancia	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**
Durute-Yumare	Chi-cuadrado	0,15	1,03	5,33	0	0	2,13	3,66	1,03	21,89
	p	0,6942	0,3096	0,0695	1	1	0,3442	0,1606	0,3096	>0.0001
	Significancia	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
Nirgua-Yumare	Chi-cuadrado	15,86	4,57	1,71	0	0	0	3,49	10,67	3,31
	p	0,0004	0,0325	0,426	1	1	1	0,1746	0,0011	0,0688
	Significancia	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns

**Cuadro 7.** Media, coeficientes de variación y diagnóstico del pH, materia orgánica y concentración de elementos esenciales en el suelo en cuatro zonas citrícolas del estado Yaracuy.

Localidad	Variables	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
		(1:2)	(%)	(mg·kg <sup>-1</sup> )		(me·100 g <sup>-1</sup> )		(mg·kg <sup>-1</sup> )			
Aroa	Media	7,64	1,42	11,50	55,00	79,13	0,77	0,15	0,50	3,20	0,10
	C.V.	2,04	7,97	43,04	38,57	32,22	45,29	47,14	28,28	70,71	0,00
	Diagnóstico	Alcalinidad moderada	Bajo	Bajo	Bajo	Muy alto	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Durute	Media	5,70	1,43	27,39	162,25	6,73	0,78	3,24	46,89	23,11	3,11
	C.V.	12,75	43,87	40,40	44,48	41,37	46,40	47,08	57,61	58,35	38,85
	Diagnóstico	Acidez moderada	Bajo	Alto	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Medio	Medio
Nirgua	Media	5,59	1,42	93,79	162,08	9,78	0,80	1,49	20,21	28,40	14,27
	C.V.	20,98	20,59	56,08	47,54	47,65	58,97	58,25	70,39	41,53	58,04
	Diagnóstico	Acidez moderada	Bajo	Muy alto	Alto	Alto	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto
Yumare	Media	6,12	0,86	40,50	105,00	15,63	1,75	1,50	67,50	38,00	6,00
	C.V.	11,24	12,02	25,62	27,77	29,86	34,75	13,33	59,81	26,90	2,72
	Diagnóstico	Acidez ligera	Bajo	Alto	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Alto

El potasio arrojó diagnósticos foliares muy heterogéneos entre las diferentes zonas y en cada zona en particular (Cuadro 4), pero al comparar los resultados con la concentración del elemento en el suelo (Cuadro 7) se observa cierta asociación lo cual indicaría que tal heterogeneidad se debe a las diferencias que estos suelos tienen en cuanto a la provisión de potasio (Chirinos et al., 1971) y en las diferentes cantidades de fertilizantes potásicos que se aplican entre los huertos.

El calcio y el magnesio se encontraron en concentraciones adecuadas en los tejidos (Cuadro 4); sin embargo, cabe destacar que la absorción de magnesio podría eventualmente disminuir debido al efecto limitante que pudieran ocasionar los altos contenidos de potasio y en algunos casos de calcio detectados en estos suelos (Cuadro 8 y 9).

Los pH bajos del suelo en Durute, Nirgua y Yumare (Cuadro 7) explican los excesos de hierro diagnosticados en las plantas (Cuadro 5), dado que a medida que el pH es menor se incrementa la disponibilidad de este elemento (Malavolta et al., 1997); sin embargo, no explican los excesos de las muestras de Aroa, que a pesar de tener un pH ligeramente alcalino en el suelo y por ende una baja concentración de hierro, presentan altos niveles foliares del elemento.

El cobre foliar arrojó resultados muy similares en las cuatro zonas (Cuadro 5), y se observó cierta asociación con la concentración de los elementos en el suelo y más aun con el pH

(Cuadro 7). Es decir, la concentración foliar dependerá en cierto grado de las diferencias que estos suelos tienen en cuanto a la provisión de cobre y sobre todo al pH.

En Durute y Yumare, el manganeso se encontró en una proporción adecuada en casi todas las muestras (Cuadro 5); sin embargo, en Aroa y Nirgua se encontraron deficientes, y esta baja concentración no parece corresponder con las concentraciones de manganeso encontradas en el suelo (Cuadro 7); en el caso de Aroa la baja absorción pudiera atribuirse al pH alto, por lo que la aplicación de manganeso de forma foliar se presentaría como una buena alternativa de manejo.

**Cuadro 8.** Muestras (%) con disponibilidad o poca disponibilidad de Mg en el suelo debido a la alta concentración de Ca

Localidad	Magnesio (Mg)		
	Diagnóstico	Ca/Mg	
Aroa	Mg disponible	0,0	A
	Mg poco disponible	100,0	
Durute	Mg disponible	87,5	B
	Mg poco disponible	12,5	
Nirgua	Mg disponible	56,2	B
	Mg poco disponible	43,7	
Yumare	Mg disponible	100,0	C
	Mg poco disponible	0,0	

Letras mayúsculas indican grupos estadísticos obtenidos de pruebas pareadas de chi-cuadrado para las localidades. Si la relación Ca/Mg > 10 se presume disminución en la disponibilidad de Mg (Del Rivero, 1968)

**Cuadro 9.** Muestras (%) con disponibilidad o poca disponibilidad de K y Mg en el suelo según la relación entre los elementos

Localidad	Diagnóstico	Mg/K	
Aroa	Mg poco disponible	100,0	
	Mg y K disponibles	0,0	A
	K poco disponible	0,0	
Durute	Mg poco disponible	100,0	
	Mg y K disponibles	0,0	A
	K poco disponible	0,0	
Nirgua	Mg poco disponible	100,0	
	Mg y K disponibles	0,0	A
	K poco disponible	0,0	
Yumare	Mg poco disponible	100,0	
	Mg y K disponibles	0,0	A
	K poco disponible	0,0	

Letras mayúsculas indican grupos estadísticos obtenidos de pruebas pareadas de chi-cuadrado para las localidades. Si la relación Mg/K <1 se presume disminución en la disponibilidad de Mg, y >18 disminución en la disponibilidad de K (Del Rivero, 1968)

La deficiencia de cinc diagnosticada en las plantas de Nirgua y Yumare (Cuadro 5), y para algunas muestras de Durute, tampoco tienen relación con el pH de los suelos; sin embargo, al haber altas concentraciones de fósforo en los suelos (Cuadro 7), es probable que el fósforo esté limitando la absorción del cinc por una inhibición no competitiva (Malavolta et al., 1997). Para corregir estas deficiencias, la mejor opción son las aplicaciones foliares de tal elemento.

## CONCLUSIONES

La principal restricción nutricional detectada fue la deficiencia de fósforo, principalmente en las zonas de Durute, Nirgua y Yumare; la segunda fue el exceso de nitrógeno en la mayoría de los huertos, lo cual afecta principalmente a las zonas de Aroa y Nirgua, y en menor grado a Durute y Yumare; la tercera restricción fue la deficiencia de cinc y la cuarta el exceso de hierro, ambas en la mayoría de los huertos.

El potasio presentó un nivel adecuado en la mayoría de los casos, aunque con diagnósticos muy heterogéneos entre las muestras provenientes de las cuatro zonas cítricas.

El calcio y el magnesio mostraron diagnósticos idénticos en las cuatro zonas, encontrándose en un nivel adecuado todos los huertos evaluados.

El cobre presentó niveles adecuados en la mayoría de las muestras, aunque en algunas de

Aroa se encontraron deficiencias de este elemento.

En el caso del manganeso, se encontraron proporciones adecuadas en todos los huertos evaluados en Durute y Yumare, aunque en algunas muestras provenientes de Aroa y Nirgua se encontraron valores deficientes.

## AGRADECIMIENTO

A los citricultores del estado de Yaracuy quienes financiaron parte de esta investigación y permitieron el uso de la información obtenida en sus huertos. También se agradece la subvención institucional a través de los proyectos LOCTI-UCLA-CDCHT 536-AG-2007 y 526-AG-2007.

## LITERATURA CITADA

1. Avilán, L. y F. Leal. 1990. Suelos, fertilizantes y enclado para frutales en el trópico. Editorial América. Caracas.
2. Avilán, L., F. Leal y D. Bautista. 1992. Manual de fruticultura. Editorial América. Caracas.
3. Beaufils, E. 1973. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. University of Natal, Pietermaritzburg, Sur Africa. Soil Science Bulletin 1: 1-132.
4. Benaccio, S., R. Cañizales y W. Avilán. 1985. Zonificación agroecológica del cultivo de la naranja (*Citrus sinensis* L.) en Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Fundación INLACA. Editorial Boscán. Barquisimeto. Venezuela.
5. Chirinos, A., J. De Brito y E. Rojas. 1971. Características de fertilidad de algunos suelos venezolanos vistos a través de los resúmenes de análisis rutinarios. Agronomía Tropical 21(5): 397-409.
6. Del Rivero, J. 1968. Los estados de carencia en los agrios. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
7. Delgado, R. y M. Salas. 2006. Consideraciones para el desarrollo de un sistema integral de evaluación y aplicación de fertilizantes para

- una agricultura sustentable en Venezuela. *Agronomía Tropical* 56(3): 289-323.
8. Embleton, T. W. Jones, C. Labanauskas y W. Reuther. 1973. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization. *In*: W. Reuther, L. Batchelor y H. Webber (eds.). *The Citrus Industry*. Division of Agricultural Sciences, University of California. Berkeley.
9. Fixen, P. 2008. Dinámica del fósforo en el suelo y en cultivos en relación al manejo de los fertilizantes fosfatados. International Plant Nutrition Institute. <http://www.ipni.net/ppiweb/> (consulta del 16/09/2008).
10. García, F. y L. Picone. 2004. Fósforo: Dinámica y manejo en sistemas de siembra directa. *Informaciones Agronómicas* 55: 1-5.
11. Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros. 1994. *Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo*. Laranja Cordeiropolis.
12. Hallmark, W., J. Walworth, M.E. Sumner, C.J. de Mooy, J. Pesek, y K.P. Shao. 1987. Separating limiting and non-limiting nutrients. *Journal of Plant Nutrition* 10: 1381-1390.
13. INIA. 2004. Manual de alternativas de recomendación de fertilizantes para cultivos prioritarios en Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Caracas. 248 p.
14. Jones, C. 1981. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 12: 785-794.
15. Malavolta, E. y A. Netto. 1989. *Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros*. Associação Brasileira para la pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba. 153 p.
16. Malavolta, E., G. Vitti y S. De Oliveira. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações*. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, Brasil. 319 p.
17. Malavolta, E., H. Casale y C. Piccin. 2008. Síntomas de desórdenes nutricionales en la naranja. International Plant Nutrition Institute. [www.ipni.net](http://www.ipni.net) (consulta del 26-02-2008).
18. Maldonado, R., J. Etchevers, G. Alcántar, J. Rodríguez y M. Colinas. 2001 Estado nutrimental del limón mexicano en suelos calcimorficos. *Terra* 19(2): 163-174.
19. Mattos, D., J. Quaggio y H. Cantarella. 2005. Nitrogen and potassium fertilization impacts fruit yield and quality of citrus. *Better Crops* 89(2): 17-19.
20. Netto, A., B. Raij, E. Blasco, E. Malavolta, G. Vitti, H. Cantarella, T. Sabrino, J. Quaggio, H. Negri, O. Rodrigues y O. Bataglia. 1988. *Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo*. Laranja, Cardeiropolis 3(9): 1-5.
21. Primavesi, A. 1990. *Manejo Ecológico Do Solo*. Librería Nobel. São Paulo.
22. Reuther, W., W. Jones, T. Embleton y C. Labanauskas. 1962. Leaf analysis as guide to orange nutrition. *Better Crops with Plant Food*. Special issue 66: 44-69.
23. Rodríguez, O., E. Rojas y M. Sumner. 1997. Valencia orange DRIS norms for Venezuela. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 28: 1461-1468.
24. Smith, P. 1966. Citrus nutrition. *In*: N. Childers (ed.). *Nutrition of Fruit Crops*. Horticultural Publication. New Jersey. pp. 174-207.
25. Torres, P., J. Aular, M. Rengel, J. Montaña y Y. Rodríguez. 2009a. Correlación entre la calidad de la fruta del naranjo y los macronutrientes, considerando el balance de los nutrientes a través de relaciones binarias. *Revista Científica UDO Agrícola* 9(1): 21-28.
26. Torres, P., J. Aular, M. Rengel, J. Montaña y Y. Rodríguez. 2009b. Correlación entre la calidad de la fruta del naranjo y los micronutrientes, considerando el balance de los nutrientes a través de relaciones binarias. *Revista Científica UDO Agrícola* 9(1): 29-34.
27. Vitti, C. 1992. Nutrition and growth of citrus plants. *In*: L. Donadio (ed.). *Proceedings of Second International Seminar on Citrus-Physiology*. FUNEP. Bebedouro. pp. 139-158.