

Valores críticos de referencia en suelos y hojas, para la naranja valencia (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)

Critical reference values in soils and leaves for "Valencia" orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)

V. Rodríguez P. y C. Arizaleta M.

Departamento de Fitotecnia, Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto-Venezuela.

Resumen

Con el objetivo de establecer valores críticos de referencia para suelos y hojas de la naranja Valencia (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y la dosis de nutrimentos asociados a los máximos rendimientos, se seleccionaron al azar 34 unidades experimentales, compuesta cada una de tres arboles, en unidades homogéneas de suelo, por textura al tacto; se recolectaron muestras compuestas de suelo a 0-10 y 10-30 cm de profundidad en la banda de fertilización, así como 50 hojas, en la posición tres-cuatro del último brote vegetativo maduro y frutos para estimar el rendimiento. Los valores críticos se desarrollaron por regresión de los componentes principales ($P < 0,01$; $R^2 = 57\%$; residuos normalizados). Solo el K_{0-10} y Cu_{0-30} edáfico, se requirió de aplicar como fertilizantes.

Palabras clave: componentes principales, regresión, calibración, fertilización.

Abstract

With the purpose of establishing reference critical values to soil and leaf of "Valencia" orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) and the dose of nutriments to reach the maximum performances, 34 experimental units of three trees c/u were at random selected, in homogeneous units of soil, for texture to tact; samples were collected from soil to 0-10 and 10-30 cm of depth in the fertilization band, as well as 50 leaves, in the position three-four of the last vegetative mature and fruits to estimate the performance. The critical values developed for regression of principal components ($P < 0.01$; $R^2 = 57\%$; normalized residues). Only the K_{0-10} and Cu_{0-30} of soil was needed of applying as fertilizers.

Key words: principal components, regression, calibration, fertilization.

Recibido el 30-6-2010 • Aceptado el 5-9-2011

Autor de correspondencia e-mail: vianelr@ucla.edu.ve; miguelarizaleta@ucla.edu.ve

Introducción

En ensayos de fertilización de frutales, sólo se señalan las dosis sin indicar los criterios al partir del cual se formularon (Basso *et al.*, 2008; Hernández *et al.*, 2007); sin embargo, son clásicas las discusiones de Avilán *et al.* (1989), quienes a partir de la fertilización por restitución y basándose en las exigencias de los cultivos (cosecha, total o en el ciclo) han establecido las pautas para el diseño de la fertilización de los frutales. Recientemente, Rodríguez *et al.* (2007), presentaron una metodología de interpretación simultánea de los análisis de suelo y de hojas, mediante un modelo multivariado, asociado con el rendimiento del plátano Hartón (*Musa* AAB subgrupo Plátano cv. Hartón), definiendo las necesidades de fertilización del cultivo, acorde a la profundidad de muestreo, a partir de los valores de referencia presentados. Así como el marco muestral, el cual promovió la estratificación y el bajo número de muestras a evaluar.

El objetivo fue establecer los valores críticos de referencia de concentración de nutrimentos en el suelo y las hojas, necesarios para el óptimo desarrollo y producción del cultivo de la naranja Valencia (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y en las variables que se requiera, la dosis de nutrimentos asociadas con los máximos rendimientos, para la zona de Aroa (estado Yaracuy).

Materiales y métodos

Definición y selección de la unidad experimental de muestreo

La unidad experimental de

Introduction

In fruit tree fertilization essays, only doses are reported without indicating criteria from where they were formulated (Basso *et al.*, 2008; Hernández *et al.*, 2007); however, statements of Avilán *et al.* (1989) are well known, who from fertilization by restitution and being based on crops exigencies (harvest, total or in cycle) have established test for design of fruit trees fertilization. Recently, Rodríguez *et al.* (2007), showed a methodology of simultaneous interpretation of soil and leaves analysis, through a multivariate model, related to yield of Hartón plantain (*Musa* AAB sub-group plantain cv. Hartón), defining the crop fertilization requirements, according to sampling depth, from reference values showed, likewise sampling frame which proved the stratification and the low number of samples to be evaluated.

The objective was to establish critical values of nutriments concentration reference in soil and leaves, needed for the optimum development and production of "Valencia" orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) crop and in variables required, the doses of nutriments related to maximum yields, for Aroa region (Yaracuy state).

Materials and methods

Definition and selection of sampling experimental unit

The sampling experimental unit consisted on three trees. Each unit was selected by farm, in commercial

muestreo consistió en tres árboles. Cada unidad se seleccionó por finca, en el lote comercial el cual indicaba el propietario, con regularidad de altos rendimientos.

Estratificación del área de muestreo

La estratificación se realizó en función de las unidades de suelo homogéneas por textura al tacto; primero de manera exploratoria, lo cual consistió en extraer una submuestra en los primeros 10 cm, para realizar la prueba al tacto, con el objetivo de identificar que los tres árboles seleccionados estuviesen ubicados en suelos con texturas similares; y luego se repetía el procedimiento a la profundidad comprendida entre 10 y 30 cm. Una vez confirmada la similaridad del suelo con relación a la textura en las profundidades evaluadas, se procedió a recolectar la muestra compuesta definitiva; En caso contrario se descartaba el o los árboles seleccionados y se evaluaba la unidad experimental contigua.

Definición de la muestra

La muestra de suelo se recolectó a dos profundidades: 0-10 cm y 10-30 cm, en la banda de fertilización de cada árbol, recolectándose tres submuestras con un barreno de 3 pulgadas de diámetro. La muestras de hojas consistió de 50 hojas sanas por planta, en la posición tres-cuatro del último brote vegetativo maduro a nivel del plano ecuatorial de la copa y la muestras de frutos, para los efectos de estimar el rendimiento se extrajo una muestra de 20 frutos, maduros fisiológicamente; a los cuales se les calculó la biomasa promedio de los frutos. muestra⁻¹; luego con la finali-

lot which owner indicated, with regularity of high yields.

Sampling area stratification

The stratification was done as a function of homogeneous soil units by texture to tact; first in exploratory way, which consisted in extracting a sub-sample in first 10 cm, to do the test to tact, in order to identify three trees selected were located in soils with similar textures; and then procedure repeated to depth between 10 and 30 cm. Once confirmed soil similarity in relation to texture in depths evaluated, definitive composed sample was collected; unlike trees selected were discarded and next experimental unit.

Sample definition

Soil simple was collected at two depths: 0-10 cm and 10-30 cm, in fertilization band each tree, being collected three sub-samples with an auger of 3 inches diameter. Leaves samples consisted of 50 healthy leaves per plant, in position three-four of last mature vegetative shoot at level of equatorial limit of canopy and fruits samples, for the effects of estimating yield, a sample of 20 fruits, physiologically matures was extracted, from which mean biomass of fruits/sample was estimated with the purpose of obtaining mean yield per experimental unit, mean biomass was multiplied by the total of fruits/tree, which are quantified supported on a colonies counter.

Number of experimental units

34 experimental units were selected; each of them represented one farm.

Laboratory analysis

Soil texture was determined by

dad de obtener el rendimiento promedio por unidad experimental, la biomasa promedio se multiplicó por el número total de frutos. árbol⁻¹, los cuales se cuantificaron apoyándose con un contador de colonias.

Número de unidades experimentales

Se seleccionaron 34 unidades experimentales, cada una representando una finca.

Análisis del laboratorio

La textura del suelo se determinó por el método de Bouyoucos, la conductividad eléctrica (CE) y el pH en la suspensión de suelo (agua en proporción 1:2); la materia orgánica (MO) por colorimetría después de su combustión en húmedo. El fósforo (P) por el método de Olsen, los cationes potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), por el método del acetato de amonio (1 N), el K por fotometría de llama y el Ca y el Mg, por espectrofotometría de absorción atómica; la extracción del cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn) y zinc (Zn) con DTPA (pH 7,2) y determinados por espectrofotometría de absorción atómica (Rodríguez *et al.*, 2007).

Mientras que, las muestras de hojas, una vez en el laboratorio, fueron lavadas con agua de chorro y agua destilada, luego procesadas a biomasa seca mediante estufa a 60-65°C y molienda a 20 mallas. El nitrógeno se determinó mediante digestión húmeda de 0,5 g de biomasa seca, mientras que para los siguientes nutrientes la digestión fue por incineración en mufla a 500°C de 2 g de biomasa seca, diluyendo la ceniza en ácido nítrico al 10%; el P se cuantificó por el método colorimétrico del metavanadato de

Bouyoucos method, the electrical conductivity (EC) and pH in soil suspension (water in proportion 1:2); the organic matter (OM) by colorimetry after its combustion in humid. Phosphorous (P) by Olsen method, the cations potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg), by the ammonium acetate (1 N), K by flame photometry and Ca and Mg, by spectrophotometry of atomic absorption; extraction of copper (Cu), iron (Fe), manganese (Mn) and zinc (Zn) with DTPA (pH 7.2) and determined by spectrophotometry of atomic absorption (Rodríguez *et al.*, 2007), whereas leaves samples, once in laboratory, were washed with running water and distilled water, then they were processed until dry biomass through oven to 60-65°C and grind to 20 meshes. Nitrogen was determined through humid digest of 0.5 g of dry biomass, while for the following nutrients digestion was by incineration into muffle to 500°C of 2 g of dry biomass by diluting ash in nitrous acid 10%; P was quantified by colorimetric method of ammonium metavanadate, the nutrients K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn and Zn and sodium element (Na) were determined through spectrophotometry of atomic absorption, only for boron (B) the incineration into muffle 500°C was of 0.2 g of dry biomass and determined by colorimetry of azometine-H technique (Malavolta *et al.*, 1997).

Statistical analysis

- Data exploratory analysis

The "t" test was applied to soil data, to quantify differences between variables to depths evaluated (0-10 and de 10-30 cm); in case of obtaining

amonio, los nutrimentos K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn y el elemento sodio (Na) fueron determinados por espectrofotometría de absorción atómica; solamente para el boro (B) la incineración en mufla a 500°C fue de 0,2 g de biomasa seca y determinado por colorimetría de la técnica de azometina-H (Malavolta *et al.*, 1997).

Análisis estadístico

- Análisis exploratorio de datos

La prueba de "t" se aplicó a los datos de suelo, para cuantificar las diferencias entre variables a las profundidades evaluadas (0-10 y de 10-30 cm); en caso de no obtener diferencias, los valores de cada profundidad se sumaron y promediaron para ser estudiadas como de 0-30cm. La prueba de Shapiro y Wilk (1965), se utilizó para determinar la normalidad de los datos de suelo, de la composición de las hojas y del rendimiento. Al no obtener la normalidad directamente para los datos de suelo y de hojas, se procedió a transformarlos según Box y Cox (1964), elevando los datos a los exponentes (ρ) entre -2 y +2, con intervalos de 0,1 unidades (-2,0; -1,9... a +2,0) y posteriormente, se seleccionó el exponente aplicando la prueba de Shapiro y Wilk (1965). De lo contrario los valores fueron descartados.

Calibración, clasificación, y establecimiento de valores de referencia

Se construyeron combinaciones lineales correlacionadas o componentes principales (CP); un CP por cada una de las variables con distribución normal. Además, motivado a la divergencias de unidades entre las variables estudiadas, se eliminaron las unidades, aplicando la fórmula siguiente:

diferencias, valores de each depth were totalized and averaged to be studied like 0-30cm. The Shapiro and Wilk test (1965), was used to determine normality of soil data, of leaves composition and yield. When normality was not directly obtained for soil and leaves data, were changed according Box and Cox (1964), by increasing data to exponents (ρ) between -2 and +2, with intervals of 0.1 units (-2.0; -1.9... a +2.0) and later, the exponent was selected by applying the Shapiro and Wilk (1965) test. On the contrary, values were discarded.

Calibration, classification and establishment of reference values

Lineal combinations correlated to principal components (PC) were formed; one PC by each of variables with normal distribution. Also, because units differences among variables studied, units were removed, by applying the following formula:

$xip = (xi - \mu) / \delta$ where: xip = value without unit; xi = any xi observation; μ = mean of population and δ = standard deviation

The analysis of regression of PC was accomplished by using the Stepwise (Johnson and Wichern, 1995) method, to establish correlations between soil and leaves variables with yield and to obtain critical values related to maximum yield. Thereby, in agreement to the criteriom and experiences of producers, variables studied were ordered according to three sub-classes of estimated yield (estimated with regression model of CP) of 0-10; 10-30 and higher than 31 Mg.ha⁻¹, with

$xip = (xi - \mu) / \delta$ en la cual: xip = valor sin unidad; xi = cualquier xi observación; μ = media de la población y δ = desviación estándar

El análisis de regresión de los CP, se realizó utilizando el método Stepwise (Johnson y Wichern, 1995), para establecer correlaciones entre las variables de suelos y hojas con el rendimiento y obtener los valores críticos asociados al máximo rendimiento. Luego, en concordancia con el criterio y experiencias de los productores, fueron ordenadas las variables estudiadas acorde a tres subclases de rendimiento estimado (estimado con el modelo de regresión de los CP) de 0-10; 10-30 y mayor a 31 Mg.ha⁻¹, con el objetivo de establecer para cada una de las variables normales, sus magnitudes asociadas con el rendimiento estimado y así, de esta manera determinar los requerimientos nutricionales o aportes de fertilizantes y otros atributos del suelo, que afectan al cultivo desde los más bajos, hasta los altos rendimientos.

Resultados y discusión

Análisis exploratorio de datos

Los resultados de la prueba de "t" mostraron diferencias ($P < 0,05$) entre las profundidades de muestreo de las variables pH, MO, P, K, Ca y Zn, no así ($P > 0,05$) para la arena (a), limo (L), arcilla (A), CE, Mg, Mn, Cu y Fe (cuadro 1).

Por su parte, los resultados de la prueba Shapiro y Wilk (1965), mostraron normalidad directamente, para el rendimiento, la variable de suelo, arcilla y para nitrógeno, potasio, calcio, magnesio y boro en las

the purpose of establishing its magnitudes related to estimated yield and for each of normal variables, and such a way to determine nutritional requirements or fertilizers contribution and other soil attributes, affecting crop from lower ones, until high yields.

Results and discussion

Data exploratory analysis

Results of "t" test showed differences ($P < 0.05$) between sampling depths of variables pH, MO, P, K, Ca and Zn, unlike ($P > 0.05$) for sand (a), limo (L), clay (A), CE, Mg, Mn, Cu and Fe (table 1).

Results of Shapiro and Wilk test (1965), showed normality for yield, soil variable, clay and for nitrogen, potassium, calcium, magnesium and boron in leaves, unlike for sand, mud, electrical conductivity, organic matter, potassium, magnesium, manganese, copper, iron and zinc in soil and phosphorous, sodium, copper, zinc, iron and manganese in leaves, have to be increased to exponents (ρ) as indicated in table 1.

The pH, phosphorous and calcium variables, in both sampling depths, do not show normality in data distribution, because pH and calcium showed repetitive values, deviating distribution toward mode, as reported by Rodríguez *et al.*, 2007, by making the proposition of checking methods and laboratory equipment involved these variables. In relation to phosphorous, extreme values of nutriment were reported, both in traces and in 20 to 30 mg.kg⁻¹ of P; being suggested a more detailed study of

Cuadro 1. Modelo multivariado, con los exponentes (ρ) de las variables transformadas, Varianzas de los componentes principales (CP) y los coeficientes para los atributos de suelo y hojas de naranja Valencia, asociados con el rendimiento.

Table 1. Multivariate model, with exponents (ρ) of transformed variables, variants of principal components (PC) and coefficient for soil attributes and leaves of "Valencia" orange, associated to yield.

Variable	Profundidad ¹	Exponentes (ρ)	Varianzas				
			CP 4	CP 5	CP 8	CP 9	
			-1,45394	3,07713	15,95085	-16,7827	
Variable	Profundidad ¹	Exponentes (ρ)	Coeficientes				
a ²	0-30	0,9	0,364593 ⁷	0,110050	0,215209	-0,69567	
L ³	0-30	0,7	-0,382043	-0,111588	0,556075	-0,173002	
A ⁴	0-30	-	0,821202	0,102129	0,154283	-0,059438	
CE ⁵	0-30	0,1	-0,003417	0,005934	0,006363	-0,009232	
MO ⁶	0-10	0,3	0,003551	0,002443	-0,025769	-0,043500	
MO ⁶	10-30	0,3	0,000420	-0,005933	-0,038929	-0,046012	
K	0-10	0,2	0,011881	0,024876	-0,018143	-0,079412	
K	10-30	0,2	0,016431	0,012445	-0,028622	-0,086401	
Mg	0-30	0,1	0,006255	-0,04222	0,009970	-0,014116	
Mn	0-30	0,2	0,028528	-0,011006	0,029712	-0,003983	
Cu	0-30	0,1	-0,004441	0,010667	0,079415	-0,011690	
Zn	0-10	0,1	0,004138	-0,009678	-0,018591	0,003758	
Zn	10-30	0,1	0,005851	-0,001916	0,007077	-0,015081	

¹Condición solo para atributos de suelos. ²Arcilla. ³Limo. ⁴Arcilla. ⁵Conductividad eléctrica. ⁶Materia orgánica. ⁷Coefficientes de las variables sin unidades, utilizadas para calcular los CP.

Cuadro 1. Modelo multivariado, con los exponentes (ρ) de las variables transformadas, Varianzas de los componentes principales (CP) y los coeficientes para los atributos de suelo y hojas de naranja Valencia, asociados con el rendimiento (Continuación).

Table 1. Multivariate model, with exponents (ρ) of transformed variables, variants of principal components (PC) and coefficient for soil attributes and leaves of "Valencia" orange, associated to yield (Continuation).

Variable	Profundidad ¹	Exponentes (ρ)	Varianzas				
			CP 4	CP 5	CP 8	CP 9	
N (hoja)	-	-	-0,006285	0,135657	-0,030259	-0,009381	
P (hoja)	-	0,1	0,000878	0,000516	0,000382	-0,003530	
K (hoja)	-	-	-0,205135	0,829024	-0,140252	0,027704	
Ca (hoja)	-	-	0,026678	0,4457311	-0,032029	0,035311	
Mg (hoja)	-	-	0,032138	-0,219909	-0,713378	0,193390	
Na (hoja)	-	0,2	0,006136	-0,001844	-0,020076	0,185603	
B (hoja)	-	-	-0,037349	0,023423	0,002750	0,002248	
Cu (hoja)	-	0,4	0,008666	0,002564	0,280338	0,932221	
Fe (hoja)	-	-0,8	-0,000162	0,000270	-0,002072	-0,002680	
Mn (hoja)	-	-0,8	-0,000987	0,001549	0,009105	0,001858	
Zn (hoja)	-	-1,2	-0,000570	0,000606	0,001243	-0,011102	

¹Condición solo para atributos de suelos. ²Arcilla. ³Limo. ⁴Arcilla. ⁵Conductividad eléctrica. ⁶Materia orgánica. ⁷Coefficientes de las variables sin unidades, utilizadas para calcular los CP.

hojas, no siendo así, para arena, limo, conductividad eléctrica, materia orgánica, potasio, magnesio, manganeso, cobre, hierro y cinc en el suelo y fósforo, sodio, cobre, cinc, hierro y manganeso en las hojas, debiendo ser elevados a los exponentes (ρ) tal como se indicó en el cuadro 1.

Las variables pH, fósforo y calcio, en ambas profundidades de muestreo, no presentaron normalidad en la distribución de sus datos, ya que el pH y el calcio, presentaron valores repetitivos, que desviaron la distribución hacia la moda, al igual que lo reportado por Rodríguez *et al.*, 2007, proponiéndose realizar una revisión de los métodos y equipos de laboratorio que involucraron esas variables. Con relación al fósforo, se reportaron valores extremos del nutrimento, tanto en el ámbito de las trazas, como en 20 a 30 mg.kg⁻¹ de P; sugiriéndose al respecto un estudio más detallado del caso para la compresión de las necesidades de ese nutrimento. Con los resultados de la prueba de "t" y normalidad aplicadas a las 39 variables muestreadas, se obtuvieron 25 variables normalizadas (cuadro 1), a ser estudiadas a través de los CP, adicionalmente, también se pudo inferir que las plantas de naranja, con los más altos rendimientos, se ubicaron en suelos que se podrían agrupar, identificar o estratificar en unidades homogéneas de suelos, a través de la prueba de textura al tacto y un bajo número de muestras.

Calibración, clasificación y establecimiento de valores de referencia

De los 25 CP, los tres primeros, relacionados con la textura, explica-

case for compression of requirements of this nutriment. With results of "t" test and normality applied to 39 sampled variables, 25 variables normalized were obtained (table 1), to be studied through PC, additionally, also can be inferred that orange plants, with higher yields, were located in grouped soils, identify or stratifying in soils homogeneous units, through test of texture to tact and a low number of samples.

Calibration, classification and establishment of reference values

From 25 PC, three first related to texture, explained 97.81% of total variance of data; confirming variation were related to this variable, even though sub-classes were classified in similar way with loam textures (table 2); nevertheless, only PC 4, 5, 8 and 9 (table 1), were related to yield, explaining 2.18% of dependent variable, in a model with an adjustment of 57% (R^2), significant ($P < 0.01$) with residues normality. These vectors were a representation of original variables studied and pick up the most of yield variance; for this reason permitted to classify the variables studied and to obtain reference values by sub-class of estimated yield (table 2).

Reference values of soil and leaves for "Valencia" orange

The averages of soil attributes and foliar nutriments of each sub-class (table 2), represented the reference values of "Valencia" orange crop, for each yield level, being the critical values, those related to mean yield of 47.58 Mg.ha⁻¹. It is possible to detach that all the variables studied, only increased its value with yield, the

ron el 97,81% de la varianza total de los datos; confirmando que la variación de los mismos estuvieron vinculados con esta variable, aun cuando se clasificaron las subclases, de manera similar con texturas francas (cuadro 2); no obstante, sólo los CP 4, 5, 8 y 9 (cuadro 1), estuvieron asociados con el rendimiento, explicando el 2,18% de la variable dependiente, en un modelo con un ajuste de 57% (R^2), significativo ($P < 0,01$) con normalidad de los residuos. Estos vectores fueron una representación de las variables originales estudiadas y recogieron la mayor parte de la varianza del rendimiento; por esta razón permitieron clasificar las variables estudiadas, y a su vez, obtener los valores de referencia por subclase de rendimiento estimado (cuadro 2).

Valores de referencia de suelo y hojas para la naranja Valencia

Los promedios de los atributos del suelo y de nutrimentos foliares de cada subclase (cuadro 2), representaron las normas de referencia del cultivo de naranja Valencia, para cada nivel del rendimiento, siendo los valores críticos, los asociados con el rendimiento promedio de 47,58 Mg ha⁻¹. Es destacable que de todas las variables estudiadas, sólo incrementaron su valor con el rendimiento, las variables de suelo a_{0-30} , CE_{0-30} , K_{0-10} y Cu_{0-30} y de hojas N, P y K.

También se reportó el $Na_{(foliar)}$, el cual no es un nutrimento, pero participa del equilibrio nutricional en las hojas y presentó una disminución acentuada con el máximo rendimiento. Con relación a la dosis de fertilizantes, sólo los nutrimentos K_{0-10} y Cu_{0-30} indicaron a través de sus valo-

soil variables a_{0-30} , CE_{0-30} , K_{0-10} and Cu_{0-30} and of leaves N, P and K.

Also the $Na_{(foliar)}$ was reported, which it is not a nutriment, but participates of nutritional value in leaves and showed an accentuated decrease with maximum yield. In relation to fertilizers doses, only nutriments K_{0-10} and Cu_{0-30} indicated through its values that they have to be corrected with fertilizers applications, thus, mean doses was estimated to increase edaphic contents of K_{0-10} from 57.8 to 63.9 mg.kg⁻¹ and Cu_{0-30} from 4.7 to 6.51 mg.kg⁻¹.

Descriptive values of soil in tudy region

The values of soil attributes without normality in its data distribution are reported in table 3, in order to describe sampled zone.

Conclusions

Reference critical values of nutriments in soil and leaves, of "Valencia" orange crop, like in variables required, the doses of nutriments related to maximum yields, by sampling depth and with a low number of samples.

End of english version

res que deberían ser corregidos con aplicaciones de fertilizantes, por lo cual la dosis promedio se cálculo para elevar los contenidos edáficos del K_{0-10} desde 57,8 a 63,9 mg.kg⁻¹ y el Cu_{0-30} desde 4,7 a 6,51 mg.kg⁻¹.

Valores descriptivos de suelo de la zona en estudio

En el cuadro 3, se reportan los

Cuadro 2. Valores de Referencia de suelo y hojas, para la naranja Valencia.**Table 2. Reference values of soil and leaves, for "Valencia" orange.**

Variable	Profundidad ¹	Rendimiento esperado en Mg.ha ⁻¹		
		Rango promedio	0 -10	11- 30
	Nivel de rendimiento	Bajo	Medio	Alto
		Valores de referencia		
a ² (%)	0-30	42,1	44,7	48,2
L ³ (%)	0-30	33,4	34,4	33,3
A ⁴ (%)	0-30	21,7	18,7	17,3
Clasificación textural	—	franco	franco	franco
CE ⁵ (dS.m ⁻¹)	0-30	0,11	0,12	0,15
MO ⁶ (g.kg ⁻¹)	0-10	24,8	20,7	22,4
MO ⁶ (g.kg ⁻¹)	10-30	17,5	14,8	13,8
K (g.kg ⁻¹)	0-10	57,8	59,6	63,9
K (g.kg ⁻¹)	10-30	41,6	39,5	39,2
Mg (mg.kg ⁻¹)	0-30	118,2	91,4	83,5
Cu (mg.kg ⁻¹)	0-30	4,7	4,8	6,5
Fe (mg.kg ⁻¹)	0-30	24,3	22,5	17,1
Mn (mg.kg ⁻¹)	0-30	16,3	13,5	11,4
Zn (mg.kg ⁻¹)	0-10	2,8	2,3	1,7
Zn (mg.kg ⁻¹)	10-30	1,9	2,0	1,5
N (hoja) (g.kg ⁻¹)	-	25,6	26,9	27,4
P (hoja) (g.kg ⁻¹)	-	1,5	1,6	1,6
K (hoja) (g.kg ⁻¹)	-	10,4	12,8	14,0
Ca (hoja) (g.kg ⁻¹)	-	41,5	38,8	41,9
Mg (hoja) (g.kg ⁻¹)	-	3,6	3,6	2,5
Na (hoja) (g.kg ⁻¹)	-	0,059	0,076	0,021
B (hoja) (mg.kg ⁻¹)	-	166,6	149,8	179,4
Cu (hoja) (mg.kg ⁻¹)	-	4,6	5,6	4,4
Fe (hoja) (mg.kg ⁻¹)	-	115,8	118,7	113,7
Mn (hoja) (mg.kg ⁻¹)	-	29,2	22,6	26,4
Zn (hoja) (mg.kg ⁻¹)	-	18,8	18,1	15,26

¹Solo para suelo. ²Arena. ³Limo. ⁴Arcilla. ⁵Conductividad eléctrica. ⁶Materia orgánica.

Cuadro 3. Valores descriptivos para los atributos de suelo, en naranja Valencia.

Table 3. Descriptive values for soil attributes in "Valencia" orange.

Variable	Profundidad ¹	Rendimiento esperado en Mg.ha ⁻¹		
		0 -10	11- 30	> 31
Rango promedio		6,44	16,31	47,58
Nivel de rendimiento		Bajo	Medio	Alto
Variable	Profundidad ¹	Valores descriptivos		
pH (1:2)	0-10	5,9	6,1	6,3
pH (1:2)	10-30	5,7	6,3	6,2
P (mg.kg ⁻¹)	0-10	3,1	4,2	3,5
P (mg.kg ⁻¹)	10-30	3,0	1,3	1,25
Ca (mg.kg ⁻¹)	0-10	1830,0	2297,4	2243,6
Ca (mg.kg ⁻¹)	10-30	1770,0	2006,7	2177,6

valores de los atributos de suelo que no mostraron normalidad en su distribución de datos; con fines de describir la zona muestreada.

Conclusiones

Se establecieron los valores críticos de referencia de concentración de nutrimentos en el suelo y las hojas, del cultivo de naranja Valencia, así como en las variables que se requirió, la dosis de nutrimentos asociadas con los máximos rendimientos, por profundidad de muestreo y con un bajo número de muestras.

Literatura citada

Avilán, L., F. Leal y D. Bautista. 1989. Manual de Fruticultura. 1ra

edición. Editorial América. Caracas. Venezuela. 1475 p.

- Basso, C., R. Villafane, S. Torres. 2008. Evaluación de la uniformidad del riego y efecto del fertirriego nitrogenado en un huerto de lechosa (*Carica papaya* L.). *Bioagro*. 20(2): 105-110 [citado 31 Mayo 2010]. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612008000200004&lng=es&nrm=iso
- Box, G.E. y D.R. Cox. 1964. An analysis of transformation. *Journal of Royal Statistics Society* 26: 211-234.
- Hernández, Y., M. Marin y J. Garcia. 2007. Respuesta en el rendimiento del plátano (*Musa AAB* cv. Hartón) en función de la nutrición mineral y su ciclo fenológico. Parte I. Crecimiento y producción. *Rev. Fac. Agron.* 24(4):607-626. [citado 01 Junio 2010]. <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-7

8182007000400001&ln
g=es&nrm=iso>.

Johnson, R.A. y D. Wichern W. 1995. Applied Multivariate Statistical Analysis. Prentice Hall International, Inc: Madison, WI. 607 pp.

Malavolta, E., G. Vitti y S.A. de Oliveira. 1997. Avaliação do Estado Nutricional das Plantas. Principios e Aplicações. Potafos: Brasil. 319 pp.

Rodríguez, V., E. Malavolta, A. Sánchez, O. Rodríguez, O. Lavoranti y E. Guerra. 2007. Soil and Plant Reference Norms for Evaluating Horn Plantain Nutritional Status. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 38 (9 & 10):1371-1383.

Shapiro, S.S. y M.B. Wilk. 1965. An analysis of variance test for normality (Complete samples). *Biométrica* 52:591-611.