

Nota Técnica:

Evaluación de la nutrición mineral del níspero (*Manilkara achras* Miller Fosberg) en plantas jóvenes cultivadas en contenedores

Technical Note:

Mineral nutrition assessment in young sapodilla (*Manilkara achras* Miller Fosberg) trees growing on containers

N. Meza¹ y R. Pire²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, INIA Trujillo. Pampanito. Vía Valera 3139. Estado Trujillo. Venezuela.

²Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apartado 400. Barquisimeto. Venezuela.

Resumen

En el trópico, el estudio de la nutrición mineral de los frutales jóvenes es importante dado su rápido crecimiento inicial. Con el objeto de conocer aspectos de la nutrición mineral del níspero se determinó la concentración de los principales macro y micronutrientes en hojas, tallo y raíz utilizando plantas de uno y dos años de edad cultivadas en contenedores. Se empleó un diseño completo al azar con arreglo factorial (2 edades x 3 tipos de tejido) y seis repeticiones. Con la excepción del calcio, las plantas de un año de edad presentaron concentraciones foliares significativamente superiores a las plantas de dos años. En el caso del tallo y la raíz las concentraciones de nutrientes mostraron un comportamiento similar al de las hojas aunque las diferencias fueron mayores para el caso del potasio y calcio. En general las concentraciones foliares se ubicaron en el rango de suficiencia. La hoja fue el órgano de la planta que acumuló los mayores niveles de N y Ca, el tallo mostró el mayor nivel de P, mientras que el resto de los nutrientes se almacenaron principalmente en la raíz. Independientemente del tejido de la planta, los macronutrientes más absorbidos fueron el Ca, K y N, en ese orden, quedando el Mg y el P con los menores niveles. El micronutriente más absorbido fue el Fe, seguido por el Zn y en menor grado por el Mn y el Cu. Se concluye que existe una considerable variación en las concentraciones de los nutrientes dependiendo de la edad de la planta y de la procedencia del tejido analizado.

Palabras clave: Níspero, nutrición mineral, nutrientes, análisis de tejido

Recibido el 11-1-2008 • Aceptado el 27-5-2008
Autor de correspondencia e-mail: rjpire@ucla.edu.ve

Abstract

In the tropics, the mineral nutrition of young fruit plants study is important due to the fast initial growth. With the purpose of knowing aspects of mineral nutrition of sapodilla plants, the concentrations of the main macro and micronutrients on leaves, stems and roots of one and two-year old plants grown in containers was determined. A split plot design with factorial arrangement of treatments (2 ages x 3 organs) and six replicates was used with the exception of calcium; one-year old plants had significantly higher foliar concentrations than the two years old plants. In case of stem and root, the nutrient concentrations showed similar behavior to those of leaves even though differences were greater for potassium and calcium. In general, foliar concentrations were in the range of sufficiency. Leaf was the plant organ that accumulated the higher levels of nitrogen and calcium, the stem showed the highest level of phosphorus, while the rest of the nutrients were mainly stored in root. Regardless of the plant tissue, the most absorbed macronutrients were Ca, P and N, leaving Mg and K in the lower levels. The most absorbed micronutrient was Fe followed by Zn and to a lesser extent by Mn and Cu. It is concluded that there is a considerable variation of nutrient levels concentration according to plant age and the analyzed tissue.

Key words: Sapodilla, mineral nutrition, nutrients, tissue analysis.

Introducción

El níspero (*Manilkara achras* Miller Fosberg) es un árbol nativo de América Tropical perteneciente a la familia de las Sapotáceas, cuyos frutos son muy apreciados dentro de esa familia ya que poseen un aroma y sabor agradable. Es una de las especies más abundantes en los bosques tropicales de México y América Central (Cruz-rodríguez y López-Mata, 2004), y con una rápida expansión en el norte de Brasil (Sousa de Brito y Narain, 2002).

En Venezuela, Leal y Avilán (1997) mencionan al níspero como una especie tradicional en los huertos familiares, con buenos precios en el mercado nacional, que tiene buenas posibilidades para ampliar y fortale-

Introduction

Sapodilla (*Manilkara achras* Miller Fosberg) is a native tree of Tropical America belonging to the Sapotaceae family, whose fruit are much appreciated inside of that family since they have an aroma and agreeable taste. It is one of the more abundant species in tropical forest of Mexico and Central America (Cruz-rodríguez and López-Mata, 2004), and with a speed expansion in the north of Brazil (Sousa de Brito and Narain, 2002).

In Venezuela, Leal and Avilán (1997) makes reference to sapodilla like traditional specie in the familiar orchards, with good prices in the national market, having good potentialities to wide and fortify development of national fruit sector.

cer el desarrollo del sector frutícola nacional.

El estudio de la nutrición mineral según la edad del níspero es fundamental para el planeamiento y ajustes de las dosis de fertilización en plantas jóvenes dado su crecimiento continuo en condiciones tropicales. Sin embargo, la información sobre la concentración de elementos nutritivos en los tejidos del níspero es escasa (Meza y Bautista, 1999), aunque existen indicaciones de que las plantas adultas responden favorablemente a la aplicación de N-P-K (Laborem *et al.*, 1981).

Los elementos minerales en las plantas varían, entre otras cosas, de acuerdo con el tipo de tejido y la edad de la planta (Taiz y Zeiger, 2006). El objetivo de esta investigación fue determinar la concentración de los principales macro y micronutrientes en las hojas, tallo y raíz de plantas sanas de níspero de uno y dos años de edad cultivadas bajo condiciones de vivero.

Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en las instalaciones del Posgrado de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, en Barquisimeto, Venezuela. Para ello se cultivaron plantas, provenientes de semillas colectadas en plantaciones comerciales el estado Zulia, bajo un cobertizo abierto y con una estructura de techo transparente. Las plantas fueron colocadas en bolsas de 31 cm de altura con un sustrato compuesto por suelo (cuadro 1), fibra de coco y arena lavada en proporción

Study of mineral nutrition according the sapodilla age is fundamental for the planning and adjustment of fertilization doses in young plants because its continue growth in tropical conditions. Nevertheless, information about concentration of nutritive elements in sapodilla tissues is scarce (Meza and Bautista, 1999), although there are indications about adult plants favorably answer to the application of N-P-K (7).

Mineral elements in plants vary, among other things, according to the study type and plant age (Taiz and Zeiger, 2006). The purpose of this research was to determine concentration of principal macro and micro nutrients in leaves, healthy plants stems and root of sapodilla of one and two years old cultivated under greenhouse conditions.

Materials and methods

Essay was carried out in the in the Agronomy Post Graduate of the Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, in Barquisimeto, Venezuela. For that, plants come from seeds collected in commercial plantations of Zulia state, below an open garden shed and with a transparent structure roof. Plants were placed in bags of 31 cm height with a substrate formed by soil (table 1), coconut fiber and washed sand in volumetric proportion 1:1:1. For complementing the natural fertility gave by soil, a weekly fertilization was made with a solution of 20-20-20 of N-P₂O₅-K₂O.

Cuadro 1. Análisis químico del suelo usado como componente del sustrato (Laboratorio de Suelos, Decanato de Agronomía, UCLA. Barquisimeto, Venezuela).

Table 1. Chemical analysis of soil used like substrate compound (Soils Laboratory, Agronomy Department, UCLA. Barquisimeto, Venezuela).

pH	CE (dS/m)	MO (%)	P	K	Ca	Mg
7,6	0,79	2,2	6	86	>3000	29

volumétrica 1:1:1. Para complementar la fertilidad natural aportada por el suelo se realizó una fertilización semanal con una solución de 20-20-20 de N-P₂O₅-K₂O.

Al completar un año de edad se seleccionaron 18 plantas sanas y de apariencia similar (50 cm de altura promedio) las cuales fueron extraídas del sustrato y separadas en hojas, tallo y raíz, con el objeto de efectuar análisis de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn y Cu, considerando tres plantas como unidad experimental. Un año después se realizó la misma operación con otras 18 plantas, en este caso, de dos años de edad y 80 cm de altura promedio. Para los análisis, seis grupos de edad (uno y dos años) y cada tipo de tejido (hoja, tallo y raíz) fueron secados en estufa a 70°C hasta peso constante, triturados en un molino Wiley y tamizadas a 20 mallas. Se utilizó el método de microkjeldahl para la determinación del nitrógeno. Posteriormente se realizó una extracción nítrico-perclórica de las muestras y se empleó vanadato de amonio y técnicas colorimétricas para la determinación del fósforo y fotometría de lla-

When completing one year old, 18 healthy plants were selected and similar appearance (50 cm of mean height) which were extracted from substrate and separated in leaves, stem and root, with the purpose of making the analysis of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn and Cu, considering three plants like experimental unit. A year later, the same operation with other 18 plants was accomplished, in this case, of two years later and 80 cm average height. For the analysis, six groups of age (one and two years) and each type of tissue (leave, stem and root) were dried in a oven at 70°C until constant weight, grinded on a Wiley mill and sieved at 20 meshes. The microkjeldahl method was used for nitrogen determination. Afterwards, one nitrous-perchloric extraction of samples was accomplished and ammonium vanadate and colorimetric techniques were used for the phosphorus determination and flame photometry for the potassium. The rest of elements were analyzed through atomic absorption spectroscopy (Jones, 2001).

ma para el potasio. Los elementos restantes fueron analizados mediante espectroscopía de absorción atómica (Jones, 2001).

El ensayo se condujo bajo un diseño completamente al azar con un arreglo factorial para la edad de la planta y el tipo de tejido (2 x 3), conformando un total de seis tratamientos y seis repeticiones. Los resultados de las concentraciones de cada nutriente se evaluaron, luego de cumplir con los supuestos del análisis, mediante un análisis de varianza y separación de medias según la prueba de Tukey-HSD, utilizando el programa Statistix 8.0.

Resultados y discusión

Los macronutrientes, con excepción del calcio, mostraron una tendencia a disminuir con la edad de la planta aunque sólo se detectó significancia estadística en el caso del fósforo (cuadro 2). El calcio fue el único elemento cuya concentración aumentó con la edad de la planta, especialmente a nivel del tallo y raíz. Este elemento se caracteriza por ser muy poco móvil dentro de la planta ya que se adhiere fuertemente a la estructura y se acumula en la vacuola celular (Marschner, 1999) por lo que tiende a concentrarse en los tejidos a medida que es absorbido. Por otra parte, la absorción de este elemento probablemente estuvo favorecida por los altos contenidos en el suelo utilizado como componente del sustrato (cuadro 1).

En plantas de níspero de tres años de edad sometidas a tratamientos de despunte, Meza y Bautista (2002) hallaron promedios foliares de

Essay was carried out by following a split plot design with a factorial arrangement for the plant age and tissue type (2 x 3), by forming a total of six treatments and six replications. Results of concentrations of each nutrient were evaluated, after of accomplish with the analysis assumptions, through an analysis of variance and means separation according to the Tukey-HSD test, by using the Statistix program 8.0.

Results and discussion

Macro nutrients, with exception of calcium, showed a tendency to diminish with the plant age even only statistic significance was detected in case of phosphorus (table 2). Calcium was the only element whose concentration increased with plant age, especially at level of stem and root level. This element is characterized by being little mobile inside the plant because is strongly stick to the structure and it is accumulated in plant cell vacuole (Marschner, 1999) therefore, shows a tendency to be concentrate in tissues at the same time is absorbed. On the other hand, absorption of this element probably was favored by high contents of soil used like substrate compound (table 1).

In three years old sapodilla plants subdue to tipping treatments, Meza and Bautista (2002) found foliar averages of 11.25; 4.25; 12.0; 53.43 and 4.45 mg.g⁻¹ for N, P, K Ca and Mg, respectively. These values are in the same rank of N and P, although they are larger for P, Ca and Mg. On his part, Amarasinghe *et al.* (1) found

Cuadro 2. Concentración de macronutrientes en hojas, tallo y raíz de plantas de níspero de uno y dos años de edad cultivadas en contenedores.

Table 2. Concentration of macro nutrients in leaves, stem and root of one and two years old sapodilla plants cultivated in containers. Averages separation was made according to the Tukey-HSD test at 5%. Small letters are used for the comparison between rows and capital letters are used for the comparison between columns.

Elemento	Edad (años)	Órgano		
		Hoja	Tallo	Raíz
N	1	16,8 ^{aA}	11,0 ^{aB}	13,2 ^{aAB}
	2	16,0 ^{aA}	9,0 ^{aB}	12,8 ^{aAB}
P	1	1,87 ^{aAB}	2,02 ^{aA}	1,57 ^{aB}
	2	0,94 ^{bC}	1,70 ^{aA}	1,33 ^{aB}
K	1	14,3 ^{aB}	15,5 ^{aB}	19,7 ^{aA}
	2	11,2 ^{aB}	11,3 ^{bB}	16,1 ^{bA}
Ca	1	21,6 ^{aA}	15,4 ^{bB}	19,4 ^{bAB}
	2	25,2 ^{aA}	21,3 ^{aA}	24,7 ^{aA}
Mg	1	2,48 ^{aAB}	2,32 ^{aB}	2,83 ^{aA}
	2	2,23 ^{aB}	2,30 ^{aAB}	2,75 ^{aA}

Separación de medias según la prueba de Tukey-HSD al 5%. Letras minúsculas para la comparación entre filas y mayúsculas para la comparación entre columnas.

11,25; 4.25; 12,0; 53,43 y 4,45 mg.g⁻¹ para N, P, K Ca y Mg, respectivamente. Estos valores están en el mismo rango del nitrógeno y potasio, aunque son mayores para el fósforo, calcio y magnesio. Por su parte, Amarasinghe *et al.*, (1999) encontraron una concentración foliar de 10,8 mg.g⁻¹ para el potasio, valor muy similar a los encontrados en el presente estudio.

Con relación a los micronutrientes, las plantas de un año de edad presentaron concentraciones foliares significativamente superiores a las plantas de dos años (cuadro 3). Se observa que en el segundo año el

a foliar concentration of 10.8 mg.g⁻¹ for P, a similar value to those found in this research.

In relation to micro nutrients, one years old plants showed foliar concentrations significant larger than two years old plants (table 3). It is observed that on second year, Fe, Zn and Cu decreased concentrations until three times of its initial value. This suggest that the increase of plant biomass when grows is probably larger to the speed in which micro nutrients are absorbed by causing a condition known like a dilution effect (Jarrel and Beverley 1981). This effect

Cuadro 3. Concentración de micronutrientes en hojas, tallo y raíz de plantas de níspero de uno y dos años de edad cultivadas en contenedores.

Table 3. Micro nutrients concentration in leaves, stem and roots of one and two years old sapodilla plants cultivated in containers.

Elemento	Edad (años)	Órgano		
		Hoja	Tallo	Raíz
Fe	1	366 ^{aA}	308 ^{aB}	332 ^{aAB}
	2	112 ^{bB}	244 ^{bA}	262 ^{bA}
Zn	1	127 ^{aB}	132 ^{aB}	178 ^{aA}
	2	47 ^{bC}	111 ^{bB}	165 ^{aA}
Mn	1	19 ^{aB}	15 ^{aB}	46 ^{aA}
	2	14 ^{bB}	12 ^{aB}	35 ^{bA}
Cu	1	27 ^{aB}	21 ^{aB}	38 ^{aA}
	2	6 ^{bC}	18 ^{aB}	30 ^{aA}

Separación de medias según la prueba de Tukey-HSD al 5%. Letras minúsculas para la comparación entre filas y mayúsculas para la comparación entre columnas.

hierro, cinc y cobre disminuyeron las concentraciones hasta tres veces de su valor inicial. Esto sugiere que el aumento de la biomasa de la planta a medida que crece es probablemente superior a la velocidad con que son absorbidos los micronutrientes ocasionando la condición que es conocida como un efecto de dilución (Jarrel y Beverley, 1981). Este efecto es más evidente en plantas como la de níspero que pueden presentar durante la etapa juvenil un crecimiento rápido y continuo que persiste por 18 o más meses (Meza y Bautista, 1999). Schulte *et al.*, (2000) ya han señalado la disminución en la concentración de nutrientes atribuido al efecto de dilución causado por el crecimiento de las plantas y/o a su translocación hacia los puntos en activo crecimiento del vege-

is more evident in plants like sapodilla that could present during the youth stage a rapid and continuous growth that persist 18 or more months (Meza and Bautista, 1999). Schulte *et al.* (2000) pointed out the diminish on nutrients concentration due to the dilution effect caused by plants growth and/or to its translocation toward tips of vegetal in active growth due to the mobile characteristic of most of them.

Meza and Bautista (1999) found averages of 146; 33 and 8.4 mg kg⁻¹ for Fe, Mn and Cu, respectively. In comparison with our results, there was some similarity for values of Fe and Cu although the averages are larger for Mn (table 3).

When considering the age effect on the nutrient concentration in stem

tal dada la característica móvil de la mayoría de ellos.

Meza y Bautista (2001) hallaron promedios de 146; 33 y 8,4 mg.kg⁻¹ para Fe, Mn y Cu, respectivamente. En comparación con nuestros resultados, hubo cierta similitud para los valores de Fe y Cu aunque los promedios fueron mayores para el Mn (cuadro 3).

Al considerar el efecto de la edad sobre las concentraciones de nutrientes en el tallo y raíz se obtuvo similar comportamiento que en el caso de las hojas, aunque ahora el potasio y el calcio presentaron diferencias más notorias entre las plantas de uno y dos años. En líneas generales las concentraciones foliares de los macronutrientes, tanto en plantas de uno como de dos años de edad, se ubicaron en el rango de suficiencia de acuerdo con los valores reportados por Mills y Jones (1996) para los principales frutales de clima tropical. De hecho, no se observaron síntomas visuales de deficiencias en las hojas de la planta durante el desarrollo del experimento. En tal sentido, Balerdi y Crane (2000) reportan que la planta de níspero presenta bajos requerimientos nutricionales y de fertilización de los principales macronutrientes. Sin embargo, en un reporte previo se encontró que el tamaño de las plantas de níspero en su etapa juvenil estuvo directamente asociado a la concentración foliar de los micronutrientes (Meza *et al.*, 2001).

La hoja fue el órgano de la planta que acumuló los mayores niveles de N y Ca, el tallo mostró el mayor nivel de P, mientras que el resto de los nutrientes se almacenaron princi-

and root it was observed a similar behavior that in leaves, even now P and Ca showed marked differences between one and two years old plants. In general terms, foliar concentrations of macro nutrients, in both experiments, were placed in sufficiency rank according to values reported by Mills and Jones (1996) for the principal fruit trees of tropical climate. In fact, visual symptoms of deficiencies in plants leaves were not observed during growth development. In this sense, Balerdi and Crane (2000) reported that sapodilla plant shows little nutritional and fertilization requirements of principal macro nutrients. However, in a previous report it was found that sapodilla size in its youth stage was directly related to the foliar concentration of micro nutrients (Meza *et al.*, 2001).

Leave was the plant organ that accumulated the higher N and Ca levels, stem showed the higher P level, whereas the rest of nutrients were principally stored in root (figure 1). It is notable that every metallic element tended to be smaller in leaves and they were concentrating in root, in where they statistically surpassed to stem and leaves concentrations in the most of cases (tables 2 and 3). This information could be useful in the studies about assimilates repatriation in plant and sampling programs with purpose of detecting of nutritional deficiencies (Taiz and Zeiger 2006). When studying other plant tissues, Avilan *et al.* (1980) found that in sapodilla fruit the more concentrated nutrients were P and N.

Finally, it is observed that

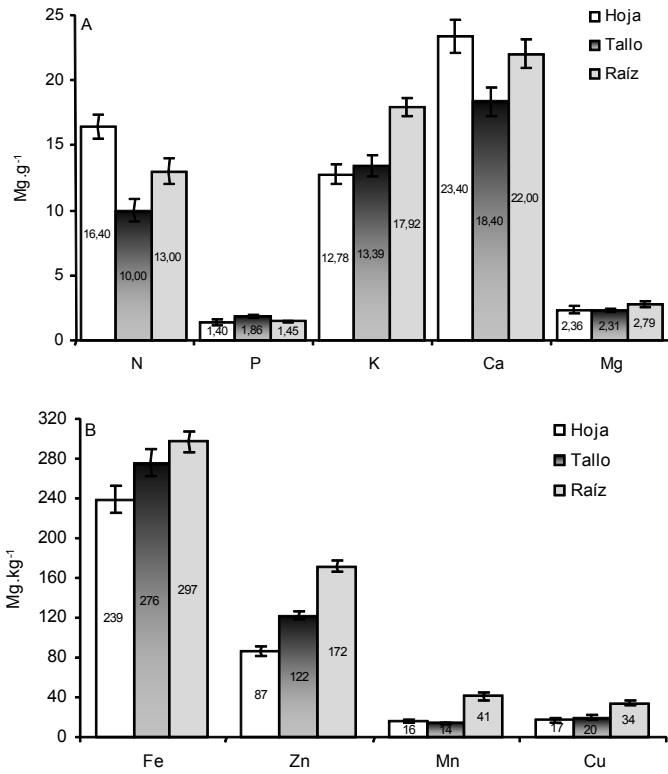


Figura 1. Concentración media de los principales macro (A) y micronutrientes (B) en hojas, tallo y raíz de plantas de níspero cultivadas en contenedores (promedio de uno y dos años de edad las barras indican el error estándar).

Figure 1. Mean comparison of principal macro (A) and micro nutrients (B) in leaves, stem and rot of sapodilla plants cultivated in containers (one and two year's old average). Bars have shown the standard error.

palmente en la raíz (figura 1). Es notorio que todos los elementos metálicos tendieron a ser menores en las hojas y se concentraron fundamentalmente en la raíz, en donde superaron estadísticamente a las concentraciones del tallo y hojas en la mayoría de los casos (cuadros 2 y 3). Esta infor-

independently of plant tissue, Ca, P and N were the more absorbed macronutrients, in that order, by resting the Mg and P with the smaller levels. Fe was the more absorbed micro nutrient, followed by Zn and finally, Mn and Cu. This order of concentrations found for macro and

mación puede ser de utilidad en los estudios de repartición de asimilados en la planta y programas de muestreo con fines de detección de deficiencias nutricionales (Taiz y Zeiger, 2006). Al estudiar otros tejidos de la planta, Avilán *et al.*, (1980) encontraron que en el fruto de níspero los nutrientes más concentrados fueron el potasio y el nitrógeno.

Finalmente, se observa que independientemente del tejido de la planta, los macronutrientes más absorbidos fueron el calcio, potasio y nitrógeno, en ese orden, quedando el magnesio y el fósforo con los menores niveles. El micronutriente más absorbido fue el hierro, seguido por el cinc y en menor grado por el manganeso y el cobre. Este orden de concentraciones encontradas tanto para los macro como los micronutrientes se corresponden con las tendencias usualmente halladas en las especies cultivadas (Marschner, 1999).

Conclusiones

Se encontró una considerable variación en los contenidos nutricionales dependiendo de la edad de la planta y de la procedencia del tejido analizado. Así, la concentración foliar de micronutrientes en las plantas de un año de edad fue superior al de las plantas de dos años. Por su parte, la hoja fue el órgano que acumuló los mayores niveles de N y Ca, el tallo mostró el mayor nivel de P, mientras que el resto de los nutrientes se almacenaron principalmente en la raíz. El estudio representa un aporte al conocimiento de la nutrición mineral del cultivo, aspecto en el aún existe

for micro nutrients correspond with tendencies usually found in the cultivated species (Marschner, 1999).

Conclusions

A considerable variation in nutritional contents depending on plant age and origin of analyzed tissue was observed. Thus, the foliar concentration of micro nutrients in one year old plants was larger to those of two years old. Leave was the organ that accumulated the larger levels of N and Ca; stem showed the larger level of P, whereas the rest of nutrients were principally stored in root. The study represents a contribution to the knowledge of mineral nutrition of crop, aspect in where there is a little information in specialized literature.

End of english version

muy poca información en la literatura especializada.

Literatura citada

- Amarasinghe, M.K.T., G.K.H. Ganewatta y R. Senaratne. 1999. Nutritional retranslocation efficiencies in some agroforestry species of Sri Lanka. Forestry and Environment Symposium. Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, University of Ruhuna <http://members.tripod.com/ybiol/forest/99sympo/9934amra.htm>
- Avilán, L., G. Laborem, M. Figueroa y L. Rangel. 1980. Absorción de nutrientes por una cosecha de níspero (*Achras sapota* L.). *Agronomía Tropical*. 30(1-6): 7-16.
- Balerdi, C. F. y J. H. Crane. 2000. The Sapodilla (*Manilkara zapota* Van Royen) in Florida. University of

- Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). Homestead, FL. Bulletin. 8p.
- Cruz-Rodríguez J.A. y L. López-Mata. 2004. Demography of the seedling bank of *Manilkara zapota* (L.) Royen, in a subtropical rain forest of Mexico. *Vegetatio* 172 (2):227-235.
- Jarrel, W. y R. Beverley. 1981. The dilution effect in plant nutrient studies. *Adv. Agron.* 34:197-224.
- Jones, J.B. 2001. Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis. CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Laborem, G., M. Figueroa, O. Verde, L. Rangel y L. Bandres. 1981. Efecto de la fertilización con N, P y K sobre los rendimientos del níspero (*Manilkara achras*) en suelos del orden Entisol. *Agronomía Tropical* 31(1-6):31-36.
- Leal, F. y L. Avilán. 1997. Situación de la fruticultura en Venezuela: un análisis. *Rev. Fac. Agron. (UCV)* 23:1-30.
- Marschner, H. 1999. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. San Diego. Cap. 8.
- Meza, N. y D. Bautista. 1999. Desarrollo del níspero durante la fase juvenil del crecimiento continuo. *Agronomía Tropical* 49(2):169-186.
- Meza, N y D. Bautista. 2002. Contenidos foliares de elementos nutricionales en plantas francas y jóvenes de níspero con y sin despunte. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 46:49-51.
- Meza, N., D. Bautista, A. Pereira y R. Pire. 2001. Efecto de la concentración de los micronutrientes en el crecimiento de plantas de níspero (*Manilkara achras* Fosberg). *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 45:71-73.
- Mills, H.A. y J.B. Jones. 1996. Plant Analysis Handbook II. MicroMacro Pub. Athens, Georgia.
- Schulte, E., K. Kelling, J. Peters y S. Combs. 2000. Plant analysis interpretations. Fertilizer Dealer Meetings. Nov. 28 – Dic. 7. Wisconsin State Coop. Ext., Univ. Wisconsin, Madison. <http://www.soils.wisc.edu/extension/publications/horizons/> (Revisión de noviembre 20, 2007).
- Sousa de Brito, E. y N. Narain. 2002. Physical and chemical characteristics of sapota fruit at different stages of maturation. *Pesq. agropec. bras.* 37 (4):567-572.
- Taiz, L. y E. Zeiger. 2006. Plant Physiology. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts.