


Correlación entre la concentración foliar de nutrimentos y la calidad del fruto de guanábana (*Annona muricata* L.) en el municipio Mara del estado Zulia, Venezuela

Correlation between foliar nutrient concentration and the fruit quality of soursop (*Annona muricata* L.) quality in the Mara Municipality of the Zulia State, Venezuela

Dennis MORALES ¹, Ricardo RAMÍREZ², Yoalis SANDOVAL¹, Jhonny RIVAS¹, Carmen INCIARTE¹ y Lucía RINCÓN¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA. CIAE-Zulia), Maracaibo, estado Zulia, Venezuela e

²INIA-CENIAP, Maracay, estado Aragua, Venezuela E-mails: dmorales@inia.gov.ve y

ricardopau@intercable.net.ve  Autor para correspondencia

Recibido: 11/06/2008 Fin de primer arbitraje: 04/03/2009 Primera revisión recibida: 31/03/2009
Fin de segundo arbitraje: 26/04/2009 Segunda revisión recibida: 16/07/2009 Aceptado: 02/08/2009

RESUMEN

Se estudió el efecto de cuatro niveles de potasio (0, 250, 350 y 450 g.árbol⁻¹.año⁻¹) y época de aplicación sobre la composición de nutrientes y su relación con la calidad de guanábana en la finca “Las Margaritas”, municipio Mara del estado Zulia, el cual está clasificado como bosque seco tropical y haplargid típicos. Las épocas de aplicación fueron E₁ = aplicación de todo el fertilizante, una semana después del cuajado de los frutos, E₂ = aplicación fraccionada ¼ al momento del cuajado de los frutos, ½ a los 2 meses y ¼ a los 3 meses siguientes. Se usó un diseño bajo un arreglo factorial 4x2 con tres repeticiones. Se estudiaron las variables parámetros de calidad, sólidos solubles totales (SST) y firmeza (FIRM) de frutos y contenido de N, P, K, Ca y Mg foliar. Se encontró correlación entre SST vs K en el tejido foliar y la FIRM vs K en el tejido foliar; no se encontró correlación entre los parámetros de calidad y la concentración de P y Mg y fue negativa para Ca. La regresión lineal entre SST y K foliar para dosificación potásica y firmeza fue $Y = 11,33 + 3,80 K$ ($r^2 = 0,67$; $p < 0,05$). La máxima producción (2508,6 kg.ha⁻¹) para la finca “Las Margaritas” fue alcanzada con una concentración de K foliar entre 1,4 y 1,5 %. La regresión lineal para FIRM y K foliar fue $Y = 0,27 + 0,31 K$ foliar ($r^2 = 0,77$) y no significativa para época de aplicación. El tenor foliar de K se correlacionó positivamente con el contenido de SST y con la firmeza del fruto de guanábana. El K favorece los atributos de la fruta de guanábana, aumentando la FIRM y la cantidad de SST.

Palabras clave: Fertilización potásica, época de aplicación, nutrimentos, sólidos solubles totales, firmeza.

ABSTRACT

A field experiment was carried out with the purpose of studying the interrelation between nutrient concentration and the soursop fruit quality. Amounts of K applied were (0, 250, 350, and 450 g.tree⁻¹.year⁻¹). A study was made in Mara municipality belonging to Zulia state which is classified like dry tropical forest, with sandy loam soils, and typic haplargids. A factorial design 4x2 with three replication was used. Following quality parameters were studied: Total soluble solids (TSS), firmness (FIRM) and foliar N, P, K, Ca and Mg contents. Correlation between TSS vs. foliar K (K) and FIRM vs. K were found. There were no correlations between quality parameters and foliar P and Mg concentration and correlation was negative for Ca. The lineal regression between TSS and foliar K for potassium dose and firmness was $Y = 11.33 + 3.80 K$ ($r^2 = 0.67$). The maximum production for “Las Margaritas” farm was found for the leaf K concentration between 1.4 and 1.5 %. The lineal regression for FIRM and K was $Y = 0.27 + 0.31 K$ foliar ($r^2 = 0.77$) for potassium dose and not significant for application date. The K element correlates positive with the TSS and firmness in the soursop fruit. The K foliar induces the quality parameter of the soursop fruit, increasing the firmness and the SST.

Key words: Potassium fertilization, application date, nutrients, total soluble solids, firmness.

INTRODUCCION

La guanábana (*Annona muricata* L.) es una de las frutas del grupo de las Anonáceas más importante del país, ocupando unas 415 ha

(FONAIAP, 1997). El cultivo de la guanábana tiene una importancia económica por la alta demanda de sus frutos, bien para consumo fresco y para la industria de helados, jugos concentrados, yogurts y néctares así como pulpa congelada (Avilan *et al.*,

1999; Laprade, 1996; Gómez, 1999); así como subproducto de importación como pulpa congelada (Avilan, 1991; Laprade, 1996; Gómez, 1999; Ramírez, 1998; Leal, 1970). Este frutal es un cultivo que viene expandiéndose, pero con escasas experiencias en lo referente a su nutrición, base necesaria para establecer programas de fertilización con el objetivo de elevar su producción y la calidad de los frutos. En el cultivo de la guanábana al igual que en otros frutales, la nutrición mineral ha sido poco estudiada en el país, encontrándose pocos trabajos publicados en guanábana (Calabria, 1968).

La evaluación nutricional de este frutal se convierte en un recurso de diagnóstico útil y confiable, porque considera las condiciones y los factores que pueden estar afectando la respuesta productiva del cultivo (Hariprakasarao *et al.*, 1968; Singh *et al.*, 1976; Walter *et al.*, 1979) mediante el conocimiento de las concentraciones nutrimentales en órganos como las hojas y frutos (Walter *et al.*, 1979). Hay poca investigación en este frutal (Laborem, 1994), especialmente en el área de nutrición mineral. Esta información es considerada importante para estudiar la productividad del cultivo bajo condiciones de bosque muy seco tropical. Por lo tanto, se consideró importante estudiar la relación entre la composición mineral de la planta de guanábana y su relación con la calidad del fruto con el fin de proyectar su productividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la finca “Las Margaritas”, municipio Mara del estado Zulia con suelos con estructura en bloques subangulares y de textura franco arenosa sobre un horizonte argílico,

clasificados como haplargids típico (USA, 1970).

Esta finca se encuentra ubicada en un área clasificada como Bosque muy seco tropical (Ewel y Madriz, 1968), caracterizada por presentar una distribución irregular de la lluvia, con dos picos de máxima precipitación, que ocurren en los meses de mayo y octubre, y dos mínimos que se presentan en diciembre-enero y julio-agosto (régimen bimodal). La precipitación varía entre los 400 y 500 mm.año⁻¹, la temperatura promedio anual fluctúa entre 28 y 30 °C y la evapotranspiración potencial que alcanza valores de 2.500 mm.año⁻¹ (MARN, 2001). Se seleccionaron árboles de guanábana ‘Criolla’ de 4 años de plantados a 7x8 m de separación. El arreglo de tratamiento fue un factorial 4x2 en bloque aleatorizado, con 3 plantas por tratamiento cada una con tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en tres dosis de sulfato de potasio (50% de K₂O) y dos frecuencias de aplicación además del testigo cero, los cuales se describen en el Cuadro 1.

Se utilizó urea, hidrofos 46% P₂O₅ y sulfato de potasio como fuente de N, P y K. Se utilizó una dosis única de 100 g.árbol⁻¹.año⁻¹ de N y P aplicando, aproximadamente 217 g de urea (46% N) y la misma cantidad de hidrofos (46% de P₂O₅)

Previo a la aplicación de los tratamientos se tomó una muestra compuesta de suelos entre 0-20 y 20-40 cm de profundidad para su análisis. La textura se determinó por el método de Bouyucos, el P y K por Olsen, la materia orgánica por combustión y el pH en agua en una relación 1:1,25 (FONAIAP, 1999) encontrándose bajo contenido en materia orgánica (1,2 a 1,8 %), pH ligeramente ácido (6,6 a 5,7), baja conductividad eléctrica (0,17 a 0,19 dS.m⁻¹) y bajos

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción
T ₁	Sin aplicación de K
T ₂	250 g·árbol ⁻¹ ·año ⁻¹ de sulfato de potasio (125 g de K ₂ O) en una sola aplicación, una semana después del cuajado de los frutos.
T ₃	350 g·árbol ⁻¹ ·año ⁻¹ de sulfato de potasio (175 g de K ₂ O) en una sola aplicación, una semana después del cuajado de los frutos.
T ₄	450 g·árbol ⁻¹ ·año ⁻¹ de sulfato de potasio (225 g de K ₂ O) en una sola aplicación, una semana después del cuajado de los frutos.
T ₅	62,5 g·árbol ⁻¹ ·año ⁻¹ de sulfato de potasio al momento del cuajado + 125 g a los dos meses + 62,5 a los tres meses (31,25 + 62,5 + 31,25 g de K ₂ O)
T ₆	87,5 g·árbol ⁻¹ ·año ⁻¹ de sulfato de potasio al momento del cuajado + 175 g a los dos meses + 31,25 g a los tres meses (43,75 + 87,5 + 43,75 g de K ₂ O)
T ₇	112,5 g·árbol ⁻¹ ·año ⁻¹ de sulfato de potasio al momento del cuajado + 225 g a los dos meses + 112,5 g a los tres meses (56,25 + 112,5 + 56,25 g de K ₂ O)

contenidos de fósforo (5,2 a 5,7 ppm) y potasio (6,9 a 7,2 ppm). Se realizaron chequeos con barreno y se describió un perfil de suelo en una calicata que se realizó en el área de la parcela experimental.

El muestreo foliar se inició 4 meses después de la poda y la fertilización para garantizar un estado adecuado de las plantas tales como apariencia vigorosa y aspecto sano; ya que no se debe utilizar plantas que hayan estado sometidas a alguna clase de estrés, como se recomienda para el análisis foliar (Epstein, 2005). Se realizaron dos podas al año y una frecuencia de riego cada 6 días bajo un sistema de riego por goteo.

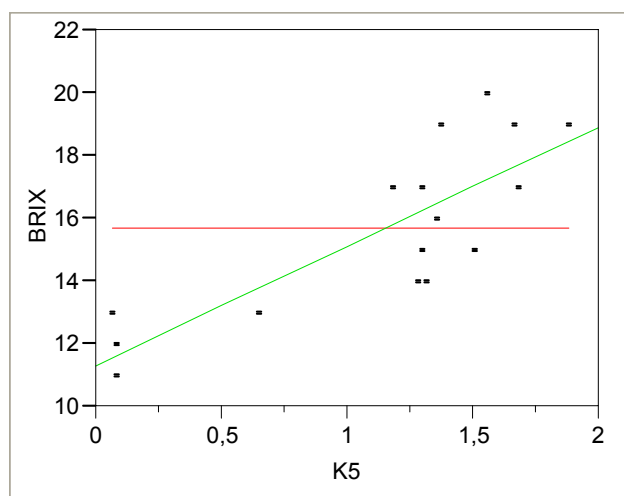
El fertilizante se agregó en semicírculo a 1,5 m del tallo y a continuación se aplicó el riego. Se determinó la cantidad total de sólidos solubles totales (SST), pH, y firmeza del fruto (FIRM) en cada tratamiento. Se recolectaron tres frutos por tratamiento en la etapa máxima de maduración para las determinaciones de los parámetros de calidad en el ciclo del cultivo. Se realizó análisis de correlación lineal para establecer el grado de asociación entre las variables concentración de nutrientes en las hojas (base seca) vs SST, pH y FIRM obtenidos por grupo.

Los datos fueron analizados estadísticamente por el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS, 1999), a través del análisis de varianza. Se

realizó análisis de varianza para las variables estudiadas de los efectos factoriales (F₁) y (F₂) y su interacción. Además se realizaron modelos de regresión lineal para conocer la relación entre las variables y los elementos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se estudiaron las variables parámetros de calidad, sólidos solubles totales (SST) y firmeza (FIRM) y contenido de N, P, K, Ca y Mg foliar. Se encontró relación entre SST, FIRM vs K. El nivel de K de la planta se relacionó de manera positiva con las variables de calidad del fruto SST y FIRM siendo los coeficientes de determinación del modelo $r^2 = 0,67$ y $r^2 = 0,77$, respectivamente indicando que la ecuación de regresión es capaz de explicar el 67% de la variabilidad total de los SST y el 77% de la FIRM. El K influye en la calidad de la fruta, estos resultados fueron estudiados y corroborados también en el cultivo de papaya (Kumar *et al.*, 2006) y en melón (Lin *et al.*, 2004). No se encontró correlación en el caso de la concentración de P, Ca y Mg. Ello puede atribuirse a la menor variación que presentan estas concentraciones ya que no se aplicaron dosis variables de estos nutrientes. La correlación entre K foliar vs FIRM y SST fue positiva. Un nivel de K foliar mayor a 1,6% permitirá predecir SST adecuados (19 ° Brix) y entre 1,5 y 1,7% de K foliar permite predecir FIRM. (Figuras 1 y 2).

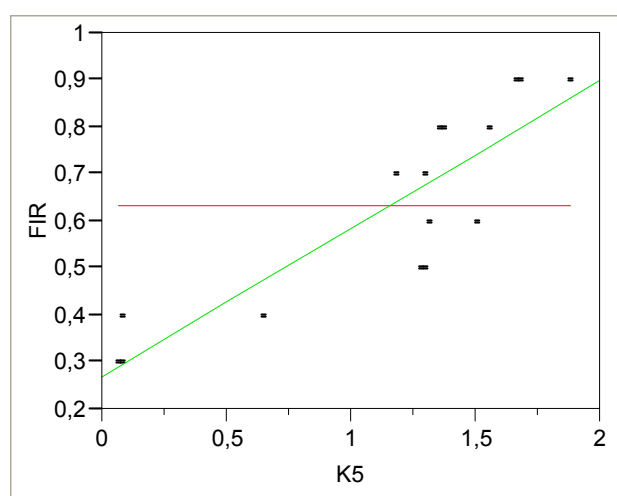


Modelo Lineal

$$\text{BRIX} = 11,332876 + 3,7950859 \text{ K foliar}$$

$$R^2 = 0,66$$

Figura 1. Regresión Lineal entre los sólidos solubles totales (SST) en el fruto de guanábana (*Annona muricata* L.) y la dosis de fertilización



Modelo lineal

$$\text{FIR} = 0,2704607 + 0,3144304 \text{ K foliar}$$

$$R^2 = 0,77$$

Figura 2. Regresión Lineal entre la firmeza (FIRM) en el fruto de guanábana (*Annona muricata* L.) y la dosis de fertilización

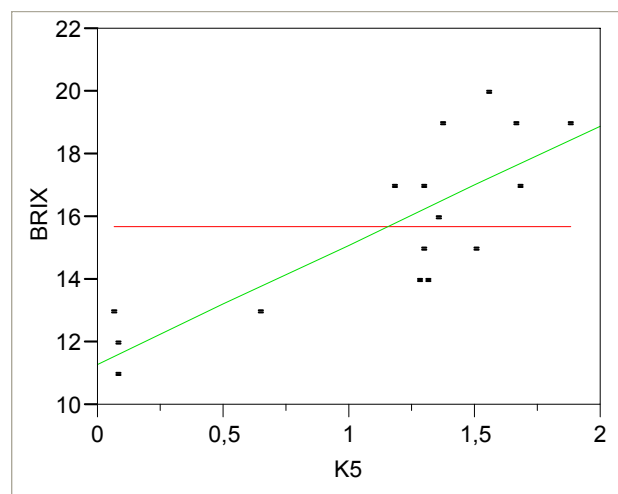
Diferentes investigadores han reportado K foliar como uno de los nutrientes que guarda relación directa con la calidad del fruto en otros cultivos como naranja ‘Valencia’ bajo condiciones de riego (Laborem *et al.*, 1982). En dicho trabajo se presenta información sobre la calidad de la fruta, encontrándose que el porcentaje de jugo y los sólidos solubles totales así como el ácido cítrico se incrementan sustancialmente en el año donde el cultivo recibió un régimen adecuado de agua y fertilización. En otros frutales, como manzana (Cheng y Robinson, 2004) se halló relación entre el K en las hojas y la calidad del fruto. El tejido foliar fue útil para predecir la relación entre K en la hoja y los parámetros de calidad del fruto, SST y FIRM.

La ecuación de regresión lineal SST y K foliar considerando distintas dosis potásica fue $Y = 11,33 + 3,80 K \text{ foliar}$ ($r^2 = 0,66$ Figura 1). El hecho de que la correlación fue positiva entre SST y K implica que el nivel de K se relacionó positivamente con SST (°Brix) siendo el coeficiente de determinación 0,66 para un nivel de significación de 0,01. Del mismo modo, en cítricos se ha encontrado un aumento de SST como producto del tenor foliar de K (De Almeida y Baumgartner (2002); Mattos *et al.*, 2005a; Mattos *et al.*, 2005b).

La ecuación de regresión lineal para firmeza vs K foliar para dosificación potásica fue $Y = 0,27 +$

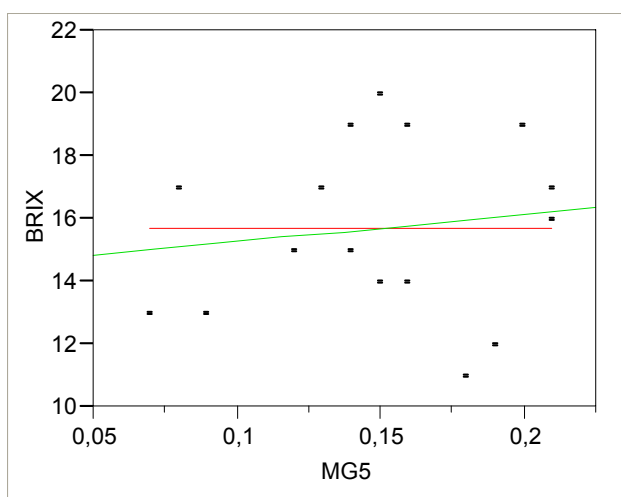
$0,31K$ ($r^2 = 0,77$, $p < 0,05$) (Figura 3).

Las concentraciones de Ca y Mg no fueron consistentes con la época de aplicación. Para Mg se consiguieron correlaciones negativas y no significativas (Figuras 4 y 5).



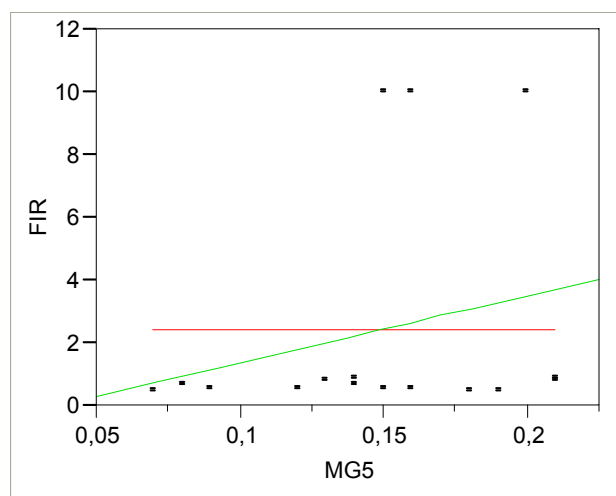
Modelo lineal
 $BRIX = 11,332876 + 3,7950859 K \text{ foliar}$
 $R^2 = 0,56$

Figura 3. Regresión Lineal entre los sólidos solubles totales (SST) en el fruto de guanábana (*Annona muricata* L.) y la época de aplicación.



Modelo lineal
 $BRIX = 14,427454 + 8,4708949 Mg$
 $R^2 = 0,018$

Figura 4. Relación de regresión entre sólidos solubles (°Brix) vs. Mg, Finca Las Margaritas, para el tratamiento de época de aplicación.



Modelo Lineal
 $FIR = -0,76755 + 21,420504 Mg$
 $R^2 = 0,052$

Figura 5. Relación de regresión entre firmeza (FIRM) en el fruto de guanábana (*Annona muricata* L.) y la dosis de fertilización

CONCLUSIONES

1. Las correlaciones encontradas indican que las concentraciones foliares de K están relacionadas directamente con los parámetros calidad, sólidos solubles y firmeza de los frutos y que fueron no significativas con P, Ca y Mg.
2. El tenor foliar de K se correlacionó positivamente con el contenido de sólidos solubles totales y con la firmeza del fruto de guanábana.
3. No se encontró correlación entre SST y el fosforo en el tejido foliar y fue negativa para calcio.

LITERATURA CITADA

- Avilan L.; G. Laborem, M. Figueroa y L. Rangel. 1999. Exportación de nutrientes por una cosecha de guanábana (*Annona muricata* L.). *Agronomía Tropical* 31 (1-6): 1-6.
- Calabria, J. 1968. Frutales de Venezuela. Características e indicaciones prácticas para su cultivo. Caracas. Fundación Eugenio Mendoza. p. 96.
- Cheng, L. and T. Robinson. 2004. Management of Nitrogen and Carbohydrate reserves to improve growth and yield of apples trees. *New York fruit quarterly* 12 (3): 19-22.
- De Almeida, M. e J. Baumgartner. 2002. Efeitos da adubacao nitrogenada e potassica na producao e na qualidade de frutos de laranja 'Valencia'. *Rev. Bras. Fruti.* 24 (1): 282-284.
- Epstein, E. 2005. Mineral nutrition of plants. Principles and perspectives. Sinaver Associates, Inc Publishers 412 p.
- Ewel, L. y A. Madrid. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Editorial Sucre. Ministerio de Agricultura y Cria. 265 p.
- Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). 1999. Manual de métodos y procedimientos de referencia. 2da versión. Maracay, 47 p. (Monografía).
- Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Memorias 1997. Caracas 1997
- Gómez, C. 1999. Memorias. Curso. Manejo y producción del guanábano. El Vigía. Estado Mérida. Venezuela.
- Hariprakasarao, M.; T. Subramanian, D. Shikamany and C. Iyer. 1988. Leaf NPK fluctuations and their relationship with yield of guava in the annual cycle in Alfisol. *Indian Journal of Horticulture* 45 (1/2): 51-55.
- Kumar, N.; N. Meenakshi, J. Suresh and V. Nosov. 2006. Effect of potassium nutrition on growth, yield and quality of papaya (*Carica ppaya* L.). *Indian Journal of Fertilizer* 2 (4): 43-47.
- Laborem, G.; M. Wagner, J. Ruiz y H. Rodríguez. 1982. Calidad de la fruta Naranja 'Valencia' bajo condiciones de riego. FONAIAP. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay.
- Laboren G. 1994. Resultados preliminares en el estudio de la calidad del fruto del guanábano. *FONAIAP Divulga* 45: 34-39.
- Leal, F. 1970. Notas sobre el cultivo del guanábano en Venezuela. *Proc. Amer. Hort. Soc. Trop. Reg.* 14: 118-121.
- Lin, D.; D. Huang and S. Wang. 2004. Effects of potassium levels on fruit quality of muskmelon in soilless médium cultura. *Scientia Horticulturae.* 102(1): 53-60.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN). 2001. Promedio año 2001. Informes- www.obras.marn.gov.ve.
- Mattos De, D.; O. Bataglia e J. A. Quaggio. 2005a. Nutrição dos citros. In: Citros. De Mattos, D.; D. De Negri, R. M. Pio e J. Pompeu Junior. Centro APTA. Brasil. p. 198-219.
- Mattos De, D.; J. A. Quaggio and H. Cantarella. 2005b. Nitrogen and potassium fertilization impacts fruit yield and quality of citrus. *Better Crops* 89 (2): 17-19.
- Laprade, C. 1996. Fertilización del cultivo de la guanábana. Instituto de la potasa y el fósforo

- (INPOFOS). Información Agronómicas N° 23, p. 11-12.
- Ramírez, S.; M. López y A. Gutiérrez. 1998. Manejo poscosecha y comercialización de guanábana (*Annona muricata* L.). Serie de paquetes de capacitación sobre manejo poscosecha de frutas y hortalizas, Serie 8. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Palmira. Colombia
- Singh, N. and S. Rajput. 1976. Leaf analysis and potassium fertilization in guava (*Psidium guajava* L.). Indian J. Hortic. 33 (2): 152-155.
- Statistical analysis system (SAS). 1999. SAS/STAT. User's 4ta edición. SAS Institute Inc. Cary, NC. 846 p.
- United States Department of Agriculture (USDA). 1970. Soil Taxonomy. Soil Conservation Service. Washington. D.C.
- Walter, R.; P. Kriedermann and D. Maggs. 1979. Growth, leaf physiology and fruit stressed guavas. Aust. J. Agricult. 30 (3-4): 477-488.