

## “Propagación y fertilización del cultivo del guanábano. II: Características químicas de frutos”

### "Spread and fertilization of the Soursop cultivation. II: Chemical characteristics"

A. García-Soto<sup>1\*</sup>, G. Ettiene<sup>2</sup>, E. Pérez-Pérez<sup>1</sup>, L. Sandoval<sup>3</sup>,  
L. Montilla<sup>2</sup> y E. Soto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centro Frutícola del Zulia (CENFRUZU-CORPOZULIA), municipio Mara, República Bolivariana de Venezuela.

<sup>2</sup>Departamento de Química. <sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Agronómicas. <sup>4</sup>Facultad de Agronomía. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo, República Bolivariana de Venezuela.

### Resumen

La presente investigación se llevó a cabo con la finalidad de evaluar el efecto de la forma de propagación y la frecuencia de fertilización nitrogenada sobre la calidad química de frutos de guanábana (*Annona muricata* L.). Se seleccionaron frutos de una parcela experimental del Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Frutícola y Apícola (CESID-Frutícola y Apícola) de CORPOZULIA (10°49'46,6''LN; 71°46'29,2''LO), ubicado en el municipio Mara, estado Zulia, Venezuela, el cual se encuentra ubicado en zona de vida de bosque muy seco tropical. Se seleccionaron 16 plantas de *A. muricata* de 12 años de edad, injertadas sobre *A. muricata* (Mmu), *A. montana* (Mmo) y *A. glabra* (MGl) y a pie franco (PF), fertilizadas con una dosis de 480 kg.año<sup>-1</sup> de nitrógeno, aplicada de forma quincenal y trimestral, generándose ocho tratamientos bajo un diseño experimental en parcelas divididas. Se evaluó: vitamina C (VC), fenoles totales (FT), acidez titulable (AT), acidez iónica (pH), sólidos solubles totales (°BRIX) y el contenido de magnesio (Mg) y zinc (Zn). La frecuencia de fertilización nitrogenada no afectó ( $P > 0,05$ ) las variables ni su interacción con la propagación. Mientras que la forma de propagación afectó ( $P < 0,05$ ) a FT, VC y AT obteniéndose los mayores valores para MMo (195 mg Ac. Tánico.100 g<sup>-1</sup> de pulpa fresca); MGl (19,03 mg Ac. Ascórbico.100 g<sup>-1</sup> de pulpa fresca) y MGl (1,02 mg de Ac. Cítrico.100 g<sup>-1</sup> de pulpa fresca), respectivamente.

**Palabras clave:** Guanábana, fruto, propagación, fertilización nitrogenada, calidad química.

---

Recibido el 22-6-2009 ● Aceptado el 12-11-2011

Autor de correspondencia e-mail: andremgarcias80@cantv.net; evelyncpp@gmail.com; gettiene@cantv.net; luyssess@hotmail.com

## Abstract

This research was carried out to evaluate the effect of propagation form and fertilization type on the chemical quality of the soursop fruits (*Annona muricata* L.). The fruits were selected from a lot of the Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Frutícola y Apícola (CESID Frutícola y Apícola) of CORPOZULIA (10°49'46, 6"LN; 71°46'29,2"LO), located in Mara municipality, Zulia state, Venezuela, which is under very dry tropical forest conditions. There were selected sixteen plants of *A. muricata* of 12 years of age, grafted on *A. muricata* (Mmu), *A. Montana* (Mmo), *A. glabra* (MGI), and sexually propagated (PF), and fertilized with a 480 kg·year<sup>-1</sup> of nitrogen dose applied biweekly and quarterly, generating eight treatments in a split-plot experimental design. The chemical parameters evaluated were: vitamin C (VC), total phenols (FT), acidity (TA), acidity ion (pH), total soluble solids (°Brix) and concentration of magnesium (Mg) and zinc (Zn). The nitrogen fertilization frequency of did not concern ( $P>0.05$ ) neither the variables nor his interaction with the spread. Whereas the form of spread concerned ( $P<0.05$ ) to FT, VC and AT obtaining the major contents for MMo (195 mg Ac. Tanic.100g<sup>-1</sup> of fresh pulp); MGI (19.03 mg Ac. Ascorbic.100g<sup>-1</sup> of fresh pulp) and MGI (1.02mg of Ac. Citric ·100g<sup>-1</sup> of fresh pulp), respectively.

**Key words:** Soursop, fruit, propagation, nitrogen fertilization, chemical quality.

## Introducción

El consumo de frutas y vegetales está asociado con una menor incidencia y mortalidad debido a diferentes enfermedades crónicas. La protección que las frutas y los vegetales brindan contra las enfermedades degenerativas como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y cerebro vasculares, ha sido atribuida a su alto contenido de antioxidantes, los cuales neutralizan la acción de los radicales libres. La mayor parte de la capacidad antioxidante de las frutas y los vegetales se la proporciona su contenido en vitamina E, C y carotenos, así como de diferentes polifenoles (Pineda *et al.*, 1999; García *et al.*, 2010).

La información sobre el valor nutritivo de los frutos producidos en Venezuela es escasa, solo se cuenta con

## Introduction

The consumption of fruits and vegetables is related to a lower incidence and mortality due to different chronic diseases. The protection that fruits and vegetables offer against degenerative diseases such as cancer, cardiovascular diseases, and brain-vascular, has been attributed to their high content of antioxidants, which neutralize the action of free radicals. Most part of the antioxidant capacity of fruits and vegetables is provided by the content of vitamin E, C, carotene, as well as polyphenols (Pineda *et al.*, 1999; García *et al.*, 2010).

The information on the nutritional value of fruits produced in Venezuela is little, there is only data about tropical fruits traditionally produces worldwide. However, there are

datos de frutas tropicales tradicionalmente producidas a escala mundial. Sin embargo, existen especies catalogadas como frutales menores producidos en nuestro país, con grandes atributos nutricionales que no se han estudiado con profundidad (Arenas *et al.*, 2005), entre esos se encuentra el fruto de guanábana (*Annona muricata* L.).

Las pulpas de las *Annonas* son alimentos importantes porque contienen proteínas, ácidos grasos, fibra, carbohidratos, minerales, vitaminas y fenoles (García *et al.*, 2010; Pinto *et al.*, 2005). En la guanábana el ácido más común es el cítrico, con algo de málico, seguido de ácido isocítrico y es la única *annonas* con taninos en su pulpa (Vidal *et al.*, 2000).

Las condiciones ambientales, así como las tecnologías empleadas en el proceso productivo, contribuyen con la variabilidad en la calidad de los cultivos (López *et al.*, 2008). El conocimiento del cultivo del guanábano, referido al tipo de material sembrado, forma de propagación utilizada y el plan de fertilización empleado, permitirán establecer los factores que pueden influir en la calidad de los frutos obtenidos a utilizar como materia prima en la elaboración de pulpas, jugos y néctares, entre otros subproductos, para el consumo humano.

Con respecto a la forma de propagación, se recomienda el uso de injertos, ya que preserva las cualidades genéticas del material y prolonga la vida útil de las plantas. En el caso de la propagación por vía sexual, ésta origina poblaciones heterogéneas con variabilidad en cuanto a su capacidad productiva, la forma y el tamaño del fruto, el rendimiento, el nivel de tole-

species cataloged as minor fruits produced in our country, with great nutritional attributes which have not been deeply studied (Arenas *et al.*, 2005), is one of this soursop (*Annona muricata* L.)

Pulps of *Annonas* are important food because they contain proteins, fatty acids, fiber, carbohydrates, minerals, vitamins and phenols (García *et al.*, 2010; Pinto *et al.*, 2005). In soursop the most common acid is the citric, with a little of malic acid followed by isocitric acid, and it is the only *annonas* with tannins in its pulp (Vida *et al.*, 2000).

The environmental conditions, as well as the technology used in the productive process, contribute to the variability in the quality of cultivations (López *et al.*, 2008). The knowledge of the soursop cultivation, referred to the sowed material, way of propagation used and the fertilization plan employed, will allow establishing the factors that may influence in the quality of the fruits obtained to be used as raw matter in the elaboration of pulps, juices and nectars, as well as other sub-products for the human consumption.

Regarding the propagation way, is recommended the use of grafts, since it preserves the genetic qualities of the material and extends the useful life of the plants. In the case of sexual propagation, this originates heterogeneous populations with variability in respect of the productive capacity, the shape and size of the fruit, the yield, tolerance level to the pests and diseases, among others (Menezes *et al.*, 1994).

The application of fertilizers constitutes one of the determinant

rancia a las plagas y las enfermedades, entre otros (Menezes *et al.*, 1994).

La aplicación de fertilizantes constituye uno de los factores determinantes del incremento de la producción y la productividad. Las recomendaciones de fertilización deben ser el resultado de un análisis previo que considere factores climáticos, del suelo y propios del cultivo, así como los sistemas de producción bajo los cuales se desarrollan. Estos factores inciden sobre la respuesta a la aplicación de los diferentes compuestos químicos (Ardelan *et al.*, 2010). Existen muchas recomendaciones pero hay un número limitado de experimentos en cultivos de frutales arbóreos en campo (López *et al.*, 2008).

Una acción complementaria en el manejo postcosecha, es implementar el uso de normas que regulen la calidad de los frutos estableciendo valores mínimos permisibles con relación a la madurez necesaria para cada especie y variedad, así como los defectos y la tolerancia para clasificarlos en diferentes grados.

En este trabajo se evaluó el efecto de la forma de propagación y la frecuencia de fertilización nitrogenada sobre la calidad química de frutos de guanábana.

## Material y métodos

### Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en el banco de germoplasma de guanábana del Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Frutícola y Apícola (CESID-Frutícola y Apícola) de CORPOZULIA (10°49'47", 31914 LN, 71°46'28", 44742 LO), ubicado en el municipio Mara del

factors of the increment of the production and productivity. The recommendations of fertilization must be the result of a previous analysis that considers the climatic and soil factors, those of the cultivation as well as the production systems where are developed. These factors influence on the response to the application of different chemical compounds (Ardelan *et al.*, 2010). There are lots of recommendations but few experiments in cultivations of arboreal fruits in field (López *et al.*, 2008).

A complementary action in the post-harvest handle is to implement the use of norms that regulate the quality of fruits establishing permissible minimum values in relation to the necessary ripening for each specie and variety, as well as the defects and tolerance to classify then in different degrees.

In this research were evaluated the effect of the propagation way and frequency of nitrogen fertilization on the chemical quality of soursop fruits.

## Materials and methods

### Location of the essay

The essay was carried out at the germplasm bank of soursop of the Socialist Center of Research and Fruit and Beekeeping Development (CESID-Fruit and Beekeeping) of Corpozulia (10°49'47", 31914 NL, 71°46'28", 44742 WL), located in Mara parish, Zulia state, under very dry tropical life forest (Ewel *et al.*, 1976) and with soils classified as Typic Haplargids, with loamy-clayey texture (CLOPANARH, 1975).

### Vegetal matter

16 soursop plants were selected:

estado Zulia bajo condiciones de vida de bosque muy seco tropical (Ewel *et al.*, 1976) y con suelos clasificados como Typic Haplargids de textura franco arenosa (COPLANARH, 1975).

### Material vegetal

Se seleccionaron 16 plantas de guanábana: 4 plantas injertadas sobre *A. muricata* (Mmu), 4 plantas injertadas sobre *A. montana* (Mmo), 4 plantas injertadas sobre *A. glabra* (MGl) y 4 plantas a pie franco (PF), de 12 años de edad sembradas a una distancia de 8mx8m y regadas por microaspersión, 3 veces por semana durante 5 horas con agua subterránea proveniente de dos pozos perforados. El agua de riego se caracterizó por presentar un pH de 6,08 y 6,03, respectivamente; conductividad eléctrica (CE) a 25°C de 0,90 y 1,30 dS.m<sup>-1</sup>.

La fertilización se realizó a cada planta a razón de 480 kg.año<sup>-1</sup> de una fuente nitrogenada (Urea), fraccionado de manera quincenal (NQ) y trimestral (NT). El potasio se aplicó como sulfato de potasio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), a razón de 240 kg.año<sup>-1</sup>, fraccionado de forma trimestral con aplicaciones de 80 g.planta<sup>-1</sup>.

### Procesamiento de los frutos

Se cosecharon un total de tres frutos por planta en estado de madurez fisiológica, se transportaron al Laboratorio de Fisiología Vegetal "Merylin Marín" de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Una vez en el laboratorio se lavaron con agua de chorro y se sumergieron en una solución de etileno por 10min para asegurar la uniformidad de la maduración. Una vez maduros, se pelaron, se extrajeron las semillas y la pulpa se homogeneizó en un procesador

4 plants grafted on *A. muricata* (Mmu), 4 plants grafted on *A. Montana* (Mmo), 4 plants grafted on *A. glabra* (MGl) and 4 sexually propagated (PF) 12-year-old plants sowed at a distance of 8mx8m and irrigated by micro aspersion 3 times per week for 5 hours, with underground water coming from perforated wells. The irrigation water was characterized by presenting a pH of 6.08 and 6.03 respectively; electrical conductivity (CE) at 25°C of 0.90 and 1.30 dS.m<sup>-1</sup>.

The fertilization was done on each plant at 480 kg.year<sup>-1</sup> of a nitrogen source (urea), fractioned fortnightly (NQ) and quarterly (NT). Potassium was applied as potassium sulphate (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), at 240 kg.year<sup>-1</sup>, fractioned quarterly with applications of 80 g.plant<sup>-1</sup>.

### Processing of fruits

A total of three fruits per plant were harvested in a physiological ripened phase, were taken to the Vegetal Physiology Laboratory "Merylin Marín" at the Agronomy Faculty, Universidad del Zulia. One in the laboratory were washed with current water and submerged in an ethylene solution for 10 min to assure the uniformity of the ripening phase. Once ripened, were peeled, the seeds were extracted and the pulp was homogenized in a food processor Oster® brand, for the extraction and immediate determination of Vitamin C (VC), total phenols (FT). Subsequently, pulps were preserved in a freezer (4°C) in hermetically closed plastic bags for the evaluation of the rest of the parameters of chemical quality: titratable acidity (AT), ionic acidity (pH), total solid soluble (°Brix), magnesium (Mg) and Zinc (Zn).

de alimentos marca Oster<sup>®</sup>, para la extracción y determinación inmediata de vitamina C (VC) y fenoles totales (FT). Posteriormente, las pulpas se preservaron en un congelador (4°C) en bolsas plásticas cerradas herméticamente para la evaluación del resto de los parámetros de calidad química: Acidez titulable (AT), acidez iónica (pH), sólidos solubles totales (°Brix), magnesio (Mg) y zinc (Zn).

El contenido de VC de los frutos se determinó por volumetría siguiendo la metodología descrita por Peñas (2007), con algunas modificaciones, empleando como agente titulante 2,6-diclorofenol indofenol (COVENIN N° 1295-82). Para la extracción, se tomaron 20 g de pulpa fresca a la cual se adicionaron 70 mL de ácido oxálico al 1% m/v y se sometieron a agitación magnética durante 10 min, los extractos obtenidos se filtraron por gravedad con lana de vidrio y se llevaron a un volumen final de 100 mL con ácido oxálico al 1% m/v. Los resultados se expresaron en mg de ácido ascórbico.100 g<sup>-1</sup> de pulpa fresca.

La determinación de FT se realizó espectrofotométricamente según el método de Folin y Ciocalteu (1927), de acuerdo con lo establecido por Waterman y Mole (1994) y Scalbert (1992), empleando ácido tánico como estándar. Este método está basado en la oxidación de los grupos fenólicos con los ácidos fosfomolibdico y fosfotúngstico (Coêlho *et al.*, 2003). La absorbancia fue medida a 765 nm en un espectrofotómetro UV-visible, Perkin Elmer<sup>®</sup>, Lambda 3B. Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido tánico ·100g<sup>-1</sup> de pulpa fresca.

The VC content of the fruits was determined by back-titration following the methodology described by Peñas (2007), with some modifications, employing as title agent 2,6-indophenols dichlorophenol (COVENIN N° 1295-82). For the extraction, were taken 20 g of fresh pulp with 70 ml of oxalic acid at 1% m/v and submitted to magnetic agitation for 10 min, the extracts obtained were filtered by gravity with glass wool and taken to a final volume of 100 mL of oxalic acid at 1% m/v. The results were expressed in mg of ascorbic acid.100g<sup>-1</sup> of fresh pulp.

The determination of FT was done spectrophotometrically with the Folin and Ciocalteu method (1927), according to the established by Waterman and Mole (1994) and Scalbert (1992), employing tanic acid as standard. This method is based on the oxidation of the phenols groups with the phosphomolybdic and Phosphotungstic acids (Coêlho *et al.*, 2003). The absorption was measured at 765nm in a UV- visible spectrophotometer, Perkin Elmer<sup>®</sup>, Lambda 3B. The results were expressed as percentage of tanic acid ·100g<sup>-1</sup> of fresh pulp.

The pH was determined according to the Venezuelan Norms (COVENIN, 1977), with a potentiometer Orión<sup>®</sup> brand, model 420A, putting the electrode in the sample to determine the pH value of it. The determination of AT was done following the Venezuelan Norms COVENIN N° 1151-77 (COVENIN, 1977), by title with sodium hydroxide (NaOH) 0.1 mol.L<sup>-1</sup>.

The content of °Brix was determined with a portable

El pH se determinó según las Normas Venezolanas (COVENIN, 1977), con un potenciómetro marca Orión®, modelo 420A, colocando el electrodo en la muestra para determinar el valor de pH de la misma. La determinación de la AT se realizó según las Normas Venezolanas COVENIN N° 1151-77 (COVENIN, 1977), por titulación con hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 mol.L<sup>-1</sup>.

El contenido de °BRIX se determinó con un refractómetro portátil marca Komax®, N° 5. Para la determinación se agregó un número igual de gotas (1 ó 2) del jugo preparado de la pulpa en la superficie del prisma del refractómetro.

La determinación del contenido de Mg y Zn se realizó por espectrofotometría de absorción atómica (Ferrer, 1993), con previa cuantificación del contenido de materia seca y reducción a cenizas en mufla. En el procesamiento de las muestras para la cuantificación de Mg se emplearon soluciones de cloruro de lantano al 10% y 0,39% en lantano y para Zn, una solución patrón de 500 mg.L<sup>-1</sup> y 10 mg.L<sup>-1</sup> de zinc.

### Diseño estadístico

El ensayo se realizó con un diseño experimental totalmente al azar con arreglo de tratamientos en parcelas divididas. La parcela principal correspondió a la forma de propagación (planta injertada sobre *A. muricata*, planta injertada sobre *A. montana*, planta injertada sobre *A. glabra* y a pie franco) y la parcela secundaria a la frecuencias de fertilización nitrogenada (trimestral y quincenal). Se seleccionaron en total 16 plantas, cuatro por cada forma de propagación, de las cuales dos

refractometer Komac® brand, N° 5. For the determination was added an equal number of drops (1 o 2) of the juice prepared from the pulp in the prism surface of the refractometer.

The determination of the Mg and Zn content was done by spectrophotometer of atomic absorption (Ferrer, 1993), with previous quantification of the dry matter and reduction to ashes in muffle. In the processing of the samples for the quantification of Mg, were employed lanthanum chloride solutions at 10% and 0.39% in lanthanum, and for Zn a pattern solution of 500mg·L<sup>-1</sup> and 10mg·L<sup>-1</sup> of zinc.

### Statistical design

The essay was done with a split plot randomized experimental design. The main plot corresponded to the propagation way (plant grafted on *A. muricata*, plant grafted on *A. Montana*, plant grafted in *A. glabra* and sexually propagated), the secondary plot corresponded to the frequencies of nitrogen fertilization (quarterly and fortnightly). A total of 16 plants in total were selected, for per each way of propagation, and 2 out of the 16, were fertilized quarterly and fortnightly.

The analysis of chemical characteristics of soursop fruits was based on the research done to each of the three fruits harvested per plant (considering each fruit as experimental unit), and six replications were done per treatment. The total number of the samples analyzed in the experiment was of forty eight.

The data obtained was processed statistically with the statistic packa-

se fertilizaron trimestralmente y dos quincenalmente.

El análisis de las características químicas de los frutos de guanábana se basó en el estudio realizado a cada uno de tres frutos cosechados por planta (considerándose cada fruto como unidad experimental), con lo que se manejaron seis repeticiones por tratamiento. El número total de muestras analizadas en el experimento fue de cuarenta y ocho.

Los datos obtenidos se procesaron estadísticamente con el programa estadístico SAS, versión 8,0 (Statistical Analysis System, 1999) utilizando el procedimiento PROC GLM para los análisis de varianza, con pruebas de separación de medias de “t” para frecuencia de fertilización nitrogenada, de Tukey (HDS, Prueba de Rango Estudentizado) para formas de propagación y por “Mínimos Cuadrados con ajuste de Tukey” (instrucción LSMEANS) para las interacciones, en los casos donde se detectaron diferencias significativas.

## Resultados y discusión

El análisis estadístico reveló que no existen variaciones significativas para la acidez iónica, los sólidos solubles totales y el contenido de Mg y Zn en los frutos de guanábana que se puedan atribuir a efectos producidos por la relación entre la forma de propagación de la planta y la frecuencia de fertilización nitrogenada ni a los efectos independientes de estos factores. En el cuadro 1 se presentan las medias, la desviación estándar y los valores mínimos y máximos obtenidos para estas variables.

ge SAS, 8.0 (Statistical Analysis System, 1999) using the PROC GLM procedures for the variance analysis, with mean separation test of “t” for frequency of nitrogen fertilization, Tukey test (HDS, Student Tank Test) for ways of propagation, and the “Squared-minimum with Tukey” (LSMEANS instruction) for the interactions in the cases where significant differences were detected.

## Results and discussion

The statistical analysis revealed that there are not significant variations for the ionic acidity, the total soluble solids and the content of Mg and Zn in soursop fruits that might be attributed to the effects produced by the relation between the way of propagation of the plant and the frequency of nitrogen fertilization, neither to the independent effects of these factors. In table 1 are presented the means the standard deviation and the minimum and maximum valued obtained for this variables.

The contents of FT, VC and AT were just affected significantly ( $P < 0.05$ ) by the way of propagation, finding highest contents of FT in fruits coming from plants propagated on *A. montana* (figure 1). The differences presented by the fruits of plants sexually propagated regarding the grafted plants (in this case on *A. montana*) might be due to the effect of the pattern of the phytochemical content in the fruits, in this case, the content of phenols. Alia *et al.*, (2005) affirmed that the differences might be due to the accumulation of phenols varies widely from species, varieties, seasons and places.



**Cuadro 1. Medias, desviación estándar y valores mínimos y máximos de algunas de las variables químicas estudiadas en frutos de guanábana bajo diferentes formas de propagación y frecuencia de fertilización nitrogenada.**

**Table 1. Means, standard deviation, maximum and minimum values of some chemical variables studied in soursop fruits under different propagation ways and frequency of nitrogen fertilization.**

Variable	Unidades	Media	D.E.	Mínimo	Máximo
Acidez iónica (pH)	-	3,76	0,10	3,62	4,20
Sólidos solubles totales (°Brix)	-	14,38	2,53	9,00	20,90
Magnesio (Mg)	%	0,13	0,05	0,02	0,39
Zinc (Zn)	ppm	39,44	31,41	0,00	147,29

D.E: desviación standard

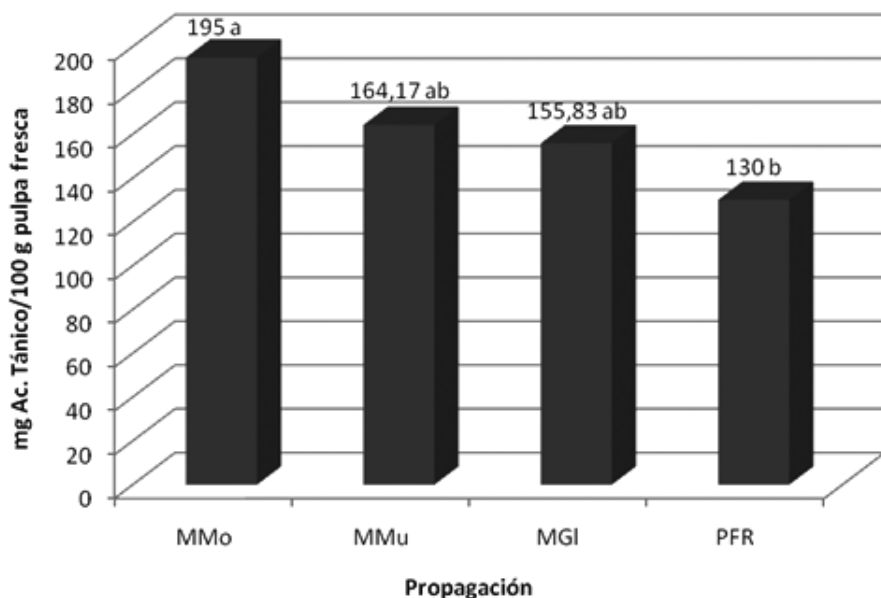
Los contenidos de FT, VC y AT sólo fueron afectados significativamente ( $P < 0,05$ ) por la forma de propagación, encontrándose mayores contenidos de FT en los frutos provenientes de plantas propagadas sobre *A. montana* (figura 1). Las diferencias presentadas por los frutos de la plantas a pie franco con respecto a las plantas injertadas (en este caso sobre *A. montana*) pueden deberse al efecto que ejerce el patrón sobre el contenido de fitoquímicos en los frutos, en este caso el contenido de fenoles. Alia *et al.* (2005) afirmaron que las diferencias pueden deberse a que la acumulación de fenoles en frutos varía ampliamente entre especies, variedades, temporadas y localidades.

Estudios previos realizados en otros cultivos, demostraron que el contenido fenólico puede variar entre frutos provenientes de una misma planta y hasta dentro de un mismo fruto, como lo reportado por Concellón *et al.* (2007), quienes encontraron mayor contenido de fenoles en la piel de be-

Previous researches in other cultivations, showed that the phenol content may vary from fruits coming from a same plant and even on the same fruit, as reported by Concellón *et al.*, (2007), who found higher content of phenols in the skin of the eggplant than in the pulp, and at the same time, higher quantity of these in the skin of the central area than in the superior area of the fruit. On the other hand, Gil *et al.*, (2002) found differences in the content of total phenols in the pulp of plums in relation to the ones found on the skin.

In some fruits have been proved that there are not significant differences in the concentration of flavonoids in relation to the patterns, as reported by Soto (2005) in "chironja" (*Citrus sinensis x Citrus paradisi*) grafted in different citric patterns, and finding a similar behavior to the one of current research.

Authors such as Alia *et al.* (2005) reported contents of phenols in ripened



a,b = Medias con letras distintas son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ )

**Figura 1. Efecto de la forma de propagación de *A. muricata* sobre *A. montana* (MMo), *A. muricata* sobre *A. muricata* (MMu), *A. muricata* sobre *A. glabra* (MGL) y *A. muricata* a pie franco (PFR) sobre el contenido de fenoles totales en frutos de guanábana.**

**Figure 1. Effect of the propagation way of *A. muricata* on *A. Montana* (MMo), *A. muricata* on *A. muricata* (MMu), *A. muricata* on *A. glabra* (MGL) and *A. muricata* sexually propagated (PFR) on the content of total phenols in soursop fruits.**

renjenas que en la pulpa, y a su vez mayor cantidad de ellos en la piel de la zona central que en la de la zona superior del fruto. Por otra parte, Gil *et al.* (2002), encontraron diferencias en el contenido de fenoles totales en la pulpa de ciruelos con respecto a los encontrados en la piel.

En algunos frutales se ha comprobado que no hay diferencias significativas en la concentración de flavonoides con respecto a los patrones,

mamey fruits (*Pouteria sapota* (Jacq) H.E. Moore and Stern) of 646 mg tanic acid.kg<sup>-1</sup> (64.6 mg.100g<sup>-1</sup>), and in the pulps of soursop fruits evaluated on the current research was found as average value 161.25±57.68 mg tanic acid.100g pulp<sup>-1</sup>, highlighting that this fruit provides more content of phenols, that is the reason it could be considered a better source of this phytochemical.

In relation to VC (figure 2), the highest content was obtained in fruits

tal como lo reportado por Soto (2005) en chironja (*Citrus sinensis x Citrus paradisi*) injertada en diferentes patrones de cítricos, encontrándose un comportamiento similar en la presente investigación.

Autores como Alia *et al.* (2005), reportaron contenidos de fenoles en frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq) H.E. Moore and Stearn) a madurez de consumo, de 646 mg ácido tánico.kg<sup>-1</sup> (64,6 mg.100g<sup>-1</sup>) y en las pulpas de los frutos de guanábana evaluados en la presente investigación se encontró como valor promedio 161,25±57,68 mg ácido tánico.100 g pulpa<sup>-1</sup>, destacándose que este frutal aporta mayor contenido de fenoles, razón por la cual pudiera considerarse una mejor fuente de este fitoquímico.

Con relación a la VC (figura 2), el mayor contenido fue obtenido en frutos provenientes de las plantas injertadas sobre *A. glabra*, valores que difieren significativamente (P<0,05) con los obtenidos en los frutos provenientes de las plantas injertadas sobre *A. montana* en el cual se obtuvo el menor valor.

El contenido de VC obtenido en este estudio es mayor que el publicado por Portillo (2004), para el mismo frutal (12,2 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa). Cabe destacar, que las condiciones experimentales fueron diferentes a la de este estudio, debido a que las muestras no fueron tomadas directamente de la planta sino de anaqueles en el mercado. Por lo que estas diferencias podrían ser atribuidas a la disminución del contenido de ácido ascórbico por efecto del almacenamiento.

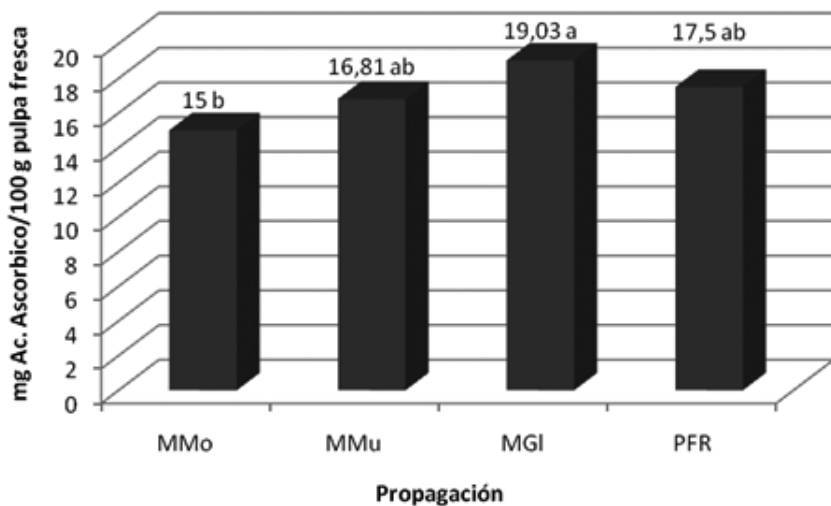
Soto (2005) comprobó que existen diferencias significativas entre los contenidos de VC de los frutos de los pa-

coming from the plants grafted on *A. glabra*, values which differ significantly (P<0.05) to the ones obtained in fruits coming from plants grafted on *A. montana* where was obtained the lowest value.

The VC content obtained in this research is higher than the one published by Portillo (2004) for the same fruit (12.2mg·100g<sup>-1</sup> of the pulp). It must be say, that the experimental conditions were different to the ones of the current research, since the samples were not taken directly from the plant, but from the market. These differences might be attributed to the reduction in the content of ascorbic acid by storage effect.

Soto (2005) proved that there are significant differences between the VC contents of fruits from patterns Sunki Benecke, Naronja, Cleopatra and Sun Chu Sha, with 44.80; 36.88; 43.99 and 44,06mg ascorbic acid·100g<sup>-1</sup> of the pulp, respectively. A similar situation was observed in the current research, which indicates the importance of the selected pattern regarding the VC content of the fruit. In this research, the pattern with higher effect on the VC content in the pulp of soursop fruits was *A. glabra*. Thus, the importance on selecting the pattern to be employed, which besides of being the support and root of the plant, is the responsible in the absorption of water and nutriments.

Even though, soursop is not considered an important source of VC, as in the case of orange and lemon (53mg·100g<sup>-1</sup> of pulp), guava (184mg·100g<sup>-1</sup> of pulp), papaya (62mg·100g<sup>-1</sup> of pulp) (Latham, 2002), "semeruco" (1.162mg·100g<sup>-1</sup> of pulp),



a,b = Medias con letras distintas son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ )

**Figura 2.** Efecto de la forma de propagación de *A. muricata* sobre *A. montana* (MMo), *A. muricata* sobre *A. muricata* (MMu), *A. muricata* sobre *A. glabra* (MGL) y *A. muricata* a pie franco (PFR) sobre el contenido de vitamina C en frutos de guanábana.

**Figure 2.** Effect of the propagation way of *A. muricata* on *A. montana* (MMo), *A. muricata* on *A. muricata* (MMu), *A. muricata* on *A. glabra* (MGL) and *A. muricata* sexually propagated (PFR) on the vitamin C content on soursop fruits.

tronos Sunki Benecke, Naronja, Cleopatra y Sun Chu Sha, con 44,80; 36,88; 43,99 y 44,06 mg ácido ascórbico.100 g<sup>-1</sup> de pulpa, respectivamente. Situación similar se observó en la presente investigación, lo que indica la importancia que juega el patrón seleccionado en cuanto al contenido de VC de la fruta. En el presente trabajo, el patrón con mayor efecto sobre el contenido de VC en la pulpa de frutos de guanábana fue *A. glabra*. De allí la importancia en la selección del patrón a emplear, quien además de ser soporte y raíz de la planta es responsable de la absorción de agua y de nutrimentos.

cashew (237 mg.100g<sup>-1</sup> of pulp) and mango (73 mg.100g<sup>-1</sup> of pulp) (Arenas *et al.*, 2005), this fruit provides a considerable content of VC as the value reported by Pinto *et al.*, (2005) (16,4–22 mg.100g<sup>-1</sup> of pulp) or the one obtained in this research (11.67–26.67 mg.100g<sup>-1</sup> of pulp), however, are superior to the reported for eggplant (2 mg.100g<sup>-1</sup> of pulp), lettuce (4 mg.100g<sup>-1</sup> of pulp), corn (7 mg.100g<sup>-1</sup> of pulp), onion (8 mg.100g<sup>-1</sup> of pulp), carrot (9 mg.100g<sup>-1</sup> of pulp), avocado (8 mg.100g<sup>-1</sup> of pulp), banana (9 mg.100g<sup>-1</sup> of pulp), watermelon (10 mg.100g<sup>-1</sup> of pulp) (Latham, 2002), among others.

A pesar de que el fruto del guanábano no es considerado fuente importante de VC, como en el caso de la naranja y el limón (53 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa), la guayaba (184 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa), la papaya (62 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa) (Latham, 2002), el semeruco (1.162 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa), el merey (237 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa) y el mango (73 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa) (Arenas *et al.*, 2005), este fruto aporta un contenido considerable de VC como el valor reportado por Pinto *et al.* (2005) (16,4–22 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa) o el obtenido en la presente investigación (11,67–26,67 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa), sin embargo, son superiores a los reportados para la berenjena (2 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa), la lechuga (4 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa), el maíz (7 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa), la cebolla (8 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa), la zanahoria (9 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa), el aguacate (8 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa), el banano (9 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa), la patilla (10 mg.100 g<sup>-1</sup> de pulpa) (Latham, 2002), entre otros.

En el caso de la AT de la pulpa (figura 3) sólo se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los contenidos correspondientes a las plantas injertadas sobre *A. glabra* y *A. muricata*, siendo superiores para *A. glabra*.

Los resultados obtenidos para los patrones *A. muricata* y *A. montana* y *A. muricata* a pie franco concuerdan con los publicados por Pirela *et al.* (2004) en frutos de plantas de guanábana a pie franco e injertadas (*A. muricata* sobre *A. montana* y *A. muricata* sobre *A. muricata*), donde demostraron que no existe efecto significativo del patrón sobre la AT.

Coêlho *et al.* (2003) encontraron contenidos de ácido cítrico en guaná-

In the case of AT of the pulp (Figure 3) were only observed significant differences ( $P < 0.05$ ) between the contents corresponding to the plants grafted on *A. glabra* and *A. muricata*, being superior for *A. glabra*.

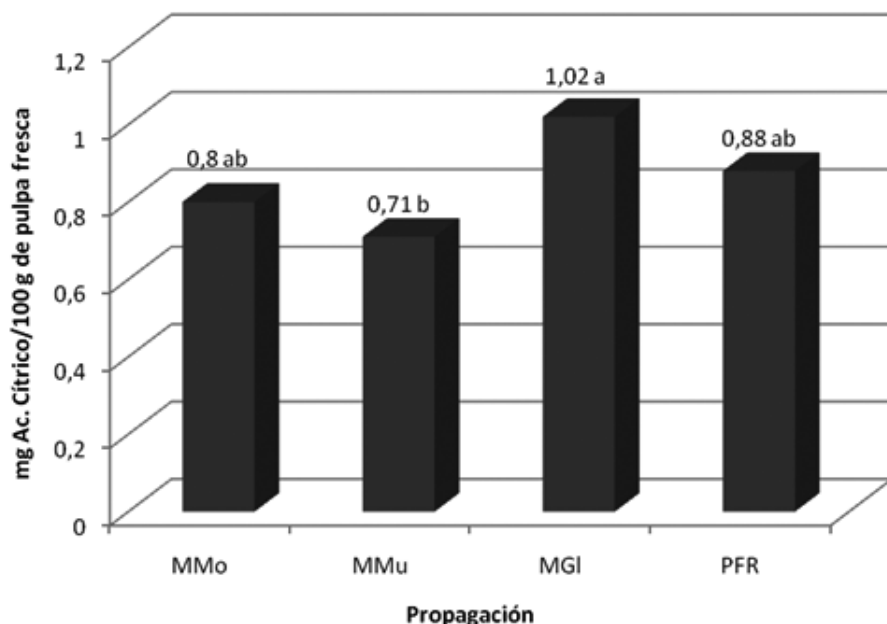
The results obtained for the patterns of *A. muricata* and *A. montana* and *A. muricata* sexually propagated agree to those published by Pirela *et al.* (2004) in fruits of soursop plants sexually propagated and grafted (*A. muricata* sobre *A. montana* y *A. muricata* sobre *A. muricata*), where they showed that there is not a significant effect of the pattern on the AT.

Coêlho *et al.* (2003) found contents of citric acid in soursop of 0.18–0.88%, with the highest value equal to the one found on this research for fruits coming from plants sexually propagated (0.8804mg citric acid ·100g<sup>-1</sup> pulp). Villalba *et al.*, (2006) obtained values in soursop of 1.21mg citric acid ·100g<sup>-1</sup> pulp, which is higher than the reported in this research.

However, on this research, fruits coming from plants grafted on *A. glabra* presented the highest value of AT. That is, that the patterns might have an influence on the content of citric acid of pulps of soursop fruits. Coêlho *et al.* (2003) also explain that is possible that the differences in the AT values are genetic, because soursop has a sub-acid to acid taste, and other types might vary from sub-acid to sweet. In this case, the *A. glabra* pattern gives more acidity to the fruit.

## Conclusions

The phytochemical content in the plants was affected by the pattern. On



a,b = Medias con letras distintas son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ )

**Figura 3.** Efecto de la forma de propagación de *A. muricata* sobre *A. montana* (MMo), *A. muricata* sobre *A. muricata* (MMu), *A. muricata* sobre *A. glabra* (MGL) y *A. muricata* a pie franco (PFR) sobre la acidez titulable en frutos de guanábana.

**Figure 3.** Effect of the propagation way of *muricata* on *A. montana* (MMo), *A. muricata* on *A. muricata* (MMu), *A. muricata* on *A. glabra* (MGL) and *A. muricata* sexually propagated (PFR) on the titratable acidity in soursop fruits.

banas de 0,18–0,88%, con el mayor valor igual al encontrado en esta investigación para los frutos provenientes de plantas a pie franco (0,8804 mg ácido cítrico.100 g<sup>-1</sup> pulpa). Villalba *et al.* (2006) obtuvieron valores en guanábana de 1,21 mg ácido cítrico.100 g<sup>-1</sup> pulpa, el cual es mayor al reportado en esta investigación.

Sin embargo, en esta investigación los frutos provenientes de las plantas injertadas sobre *A. glabra* presen-

this matter, it was proved that the selection of the pattern determines the successful of the harvest and the nutritional quality. Soursop fruit has promissory values of Vitamin C and phenols for the consumer, also giving nutritional value, as food, antioxidant properties important to help preventing some diseases, such as cardiovascular, brain-cardiovascular and cancer.

The use of patterns *A. montana* and *A. glabra*, give the fruits content

taron el mayor valor de AT. Esto quiere decir, que los patrones pueden influir sobre el contenido de ácido cítrico de las pulpas de los frutos de guanábana. Coêlho *et al.* (2003) también explica que es posible que las diferencias en los valores de AT sean de origen genético, debido a que la guanábana tiene un sabor subácido a ácido y otros tipos pueden variar de subácido a dulce. En este caso, el patrón *A. glabra* le proporciona más acidez al fruto.

## Conclusiones

El contenido de fitoquímicos en las plantas se vio afectado por el patrón. En este sentido, quedó demostrado que la selección del patrón determina el éxito de la cosecha y la calidad nutricional.

El fruto de guanábana provee valores promisorios de vitamina C y de fenoles al consumidor, dándole además de valor nutricional, como alimento, propiedades antioxidantes importantes para ayudar a prevenir ciertas enfermedades, como las cardiovasculares, cerebro vasculares y el cáncer.

El uso de los patrones *A. montana* y *A. glabra*, le proporciona a los frutos contenidos de fenoles totales, ácido ascórbico y ácido cítrico, que pueden ser atractivos para la promoción de frutos de guanábana para consumo fresco y también para su procesamiento en la agroindustria.

## Literatura citada

Alia, I., M. Colinas, M. Martínez y R. Soto. 2005. Daños por frío en Zapote Mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore and Stearn). II. Cambios en fenoles totales y actividad enzimática.

of total phenols, ascorbic acid and citric acid, that might be attracted to the promotion of soursop for the fresh consumption as well as for its processing in the agrobusiness.

*End of english version*

---

Revista Fitotecnia Mexicana 28(1)25-32: Disponible en: <http://nsdl.org/resource/2200/20071022183708728T> (fecha de consulta: 25/02/10).

Ardelan, A., M. Khoshkhui, K. Javidnia, O. Firuzi, E. Taffazoli y A. Khalighi. 2010. Effects of fertilizer on yield, essential oil composition, total phenolic content and antioixidant activity in *Satureja hortensis* L. (Lamiaceae) cultivated in Iran. Journal of Medicinal Plants Research 4(1):33-40.

Arenas, L., N. Laguado y M. Marín. 2005. Frutas tropicales como fuente de vitamina C. AGROTECNICO. N° 18. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Pp.37.

Avilán L., F. Leal y D. Batista. 1992. Manual de fruticultura. Principios y manejo de la producción. Tomo I. Segunda Edición. Editorial América, C.A. Caracas, Venezuela. Pp.776.

Coêlho, M., R. Elesbão, H. Cunha y J. Enéas-Filho. 2003. Comportamento respiratório e qualidade pós-colheita de graviola (*Annona muricata* L.) 'morada' sob temperatura ambiente. Revista Brasileira de Fruticultura. 25(1). Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php/lng\\_es](http://www.scielo.br/scielo.php/lng_es). (fecha de consulta: 25/02/10).

Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH). 1975. Atlas Inventario Nacional de Tierras. Región Lago de Maracaibo. Tecnicolor S.A. Caracas, Venezuela.

Concellón, A., E. Zurita, I. Gattó y A. Chaves. 2007. Factores que retardan el daño por frío en Berenjenas almacenadas a 0°C. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. Disponible en:

- <http://www.horticom.com/pd/imagenes/68/568/68568.pdf>. (fecha de consulta: 12/04/10).
- Ewel, J., A. Madriz y J. Toti. 1976. Mapas de zona de vida de Venezuela. MAC-FONAIAP. Segunda Edición. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. Pp.197.
- Ferrer, O. 1993. Técnicas de análisis químico cuantitativo aplicadas a las ciencias agropecuarias. Manual de Laboratorio. Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas, Sección de Laboratorio. Pp.344.
- Folin, O. y V. Ciocalteau. 1927. On Tyrosine and Tryptophane determinations in proteins. The Journal of Biological Chemistry 73(2):627-650.
- García, A., G. Ettiene, E. Pérez y M. Marín. 2010. ¡A comer frutas para estar sanos! AGROTECNICO. N° 28. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Pp.34-36.
- Gil, M., F. Barberán, B. Hess y A. Kader. 2002. Antioxidant Capacities, Phenolic Compounds, Carotenoids, and Vitamin C Contents of Nectarine, Peach, and Plum Cultivars from California. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50:4976-4982.
- Latham, M. 2002. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Organización de las Naciones unidas para la agricultura y la Alimentación. Colección FAO: Alimentación y Nutrición. N° 29. Roma, Italia. Deposito de documentos de la FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s00.htm>. (fecha de consulta: 25/02/10).
- López, L., N. Alfonso, N. Gómez, M. Navas y P. Yañez. 2008. Manual de alternativas de recomendaciones de fertilizantes para cultivos prioritarios en Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela. Serie B, N° 18. Pp.400.
- Manual Agropecuario. 2002. Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente. Biblioteca del Campo. Editorial Comarpe, C.A. Internacional. Bogotá, Colombia.
- Menezes, J., J. Oliveira, C. Ruggiero y D. Banzatto. 1994. Avaliação da taxa de pagamento de enxertos de maracujá-amarelo sobre espécies tolerantes à "morte prematura de plantas". Científica, São Paulo 22(1):95-104.
- Norma Venezolana COVENIN. 1977. Frutas y productos derivados. Determinación de la acidez. N° 1151-77. Categoría C. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Fondonorma. Caracas, Venezuela. Pp.7.
- Peñas, M. 2007. Estudio del efecto de la temperatura de cocción en la calidad nutricional y la textura en un producto de V Gama esterilizado a partir de Judía Verde (*Phaseolus vulgaris* var. perona). Tesis. Universidad Politécnica de Cataluña, Escuela Superior de Agricultura, Industrias Agrarias y Alimentarias. Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología. Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/4063>. (fecha de consulta: 19/11/2009).
- Pineda D., M. Salucci, R. Lázaro, G. Maiani y A. Ferro-Luzzi. (1999). Capacidad antioxidante y potencial de sinergismo entre los principales constituyentes antioxidantes de algunos alimentos. Revista Cubana de Alimentación y Nutrición. 13(2):104-11. Disponible en: [http://www.bvs.sld.cu/revistas/ali/vol13\\_2\\_99/ali04299.pdf](http://www.bvs.sld.cu/revistas/ali/vol13_2_99/ali04299.pdf). (fecha de consulta: 19/11/2009).
- Pinto, A., M. Cordeiro, S. de Andrade, F. Ferreira, H. Filgueiras, R. Alves y D. Kinpara. 2005. Annona species. International Centre for Underutilized Crops, University of Southampton, Southampton, UK. Disponible en: [http://www.icuc-iwmi.org/files/R7187\\_-\\_Annona%20monograph%202005.pdf](http://www.icuc-iwmi.org/files/R7187_-_Annona%20monograph%202005.pdf). (fecha de consulta: 19/11/2009).
- Pirela, C., Y. Rivas y R. Torres. 2004. Efecto de la forma de propagación y forma de fertilización nitrogenada y potásica sobre las características químicas de frutos de *Annona muricata*. Compendio X Jornadas Científico Técnicas. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Agronomía. LUZ. Pp.221.



- Portillo, T. 2004. Calidad y Vida de Anaquel de frutos Tropicales Exóticos expuestos bajo condiciones de supermercado. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Sinaloa. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD Culiacán). Disponible en: <http://www.ciad.edu.mx/salima/display.asp?func=display&resid=115&tree=589>. (fecha de consulta: 25/02/10).
- Scalbert, A. 1992. Quantitative methods for the estimation of tannins in plant tissues. Plant polyphenols. Plenum Press, Nueva York. Pp.450.
- Soto, J. 2005. Detección de Fitoquímicos, contenido de Vitamina C y Ácido Fólico en Chironja (*Citrus sinensis* x *Citrus paradisi*) injertada en diferentes patrones de cítrica. Tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Facultad de Ciencias Agrícolas. Disponible en: <http://grad.uprm.edu/tesis/sotovega.pdf>. (fecha de consulta: 19/11/2009).
- Statistical Analysis System. 1999. Versión 8.0, SAS institute.
- Universidad Nacional de Colombia. 2005. Procesamiento y conservación de frutas. Disponible en: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/index.html>.
- Vidal-H. L., A. Villegas-Monter, E. García-Villanueva, A.E. Becerril-Román y R. Mosqueda-Vázquez. 2000. Relaciones anatómicas y compatibilidad de *Annona muricata* L. 'sin fibra' injertada sobre diversas anonáceas. Revista Chapingo Serie Horticultura 6(1):89-96.
- Villalba, M., I. Yepes y G. Arrázola. 2006. Caracterización fisicoquímica de Frutos de la Zona del Sinu para su agroindustrialización. Temas Agrarios. 1:(1), Enero-Junio.15-23. Disponible en: <http://www.unicordoba.edu.co/revistas/rta/documentos/11-1/111-2.pdf>.
- Waterman, P.G. y S. Mole. 1994. Methods in ecology. Analysis of phenolic plant metabolites. Blackwell Scientific publications. 237p.