

Características físicas y químicas de frutos de mango (*Mangifera indica* L.), variedad Tommy Atkins, según madurez y sistemas de manejo

Physical and chemical characteristics of Tommy Atkins mango fruits (*Mangifera indica* L.), according to their maturity and management systems

E. Soto¹, N. García¹, R. Vergara¹, G. Ettiene², E. Pérez⁵,
L. Sandoval⁴ y B. Bracho³

¹Ingenieros Agrónomos, ²Departamento de Química, ³Estadística, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia (LUZ), Maracaibo, Venezuela. ⁴Instituto de Investigaciones Agronómicas, LUZ. ⁵Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Frutícola y Apícola (CESID Frutícola y Apícola) de CORPOZULIA, Km 27, vía San Rafael del Mojan, municipio Mara, Venezuela.

Resumen

Con el objetivo de estudiar algunas características físicas y químicas de frutos de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Tommy Atkins en dos estados de madurez y bajo dos sistemas de manejo agronómico, se seleccionaron frutos de dos parcelas experimentales de la variedad Tommy Atkins, del Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Frutícola y Apícola (CESID Frutícola y Apícola) de CORPOZULIA, bajo un diseño experimental totalmente al azar en parcelas divididas. En la parcela principal se ubicaron sistemas de manejo agronómico (MI: establecidas a 9 x 9 m con riego por superficie y MII: establecidas a 12 x 12 m con riego por micro-aspersión) y en la parcela secundaria estado de madurez del fruto: fisiológicamente maduro y madurez de consumo. Se seleccionaron diez plantas y tres frutos por planta. Se evaluaron como características físicas y químicas: biomasa del fruto, biomasa de semillas, biomasa del exocarpio, diámetro polar y ecuatorial, sólidos solubles totales, acidez y pH. Las variables físicas resultaron afectadas ($P < 0,05$) por la interacción manejo y estado de madurez, presentando mayores valores de biomasa del fruto (483,34 g), biomasa de semillas (54,93 g), biomasa del exocarpio (76,22 g) y diámetro polar (11,28 cm) en el MII en frutos

fisiológicamente maduros. Con respecto al manejo, se observaron diferencias ($P < 0,01$) en sólidos solubles totales, presentando mayor contenido (14,00 %) el MII. El mayor valor de pH (4,135) se obtuvo con MII a madurez de consumo y de acidez (0,282%) en MI en frutos fisiológicamente maduros ($P < 0,05$). Se concluye que con frutos fisiológicamente maduros y MII se mejora las características físicas y químicas del fruto.

Palabras clave: *Mangifera indica*, calidad, postcosecha.

Abstract

This research was carried out to determine some physical and chemical characteristics of fruits of *Mangifera indica*, of the variety Tommy Atkins at two stages of ripeness and under two agronomic management systems. The fruits were selected from two lots of the Tommy Atkins variety at the Socialist Center of Fruit and Beekeeping Research and Development (CESID Fruit and Beekeeping) of CORPOZULIA under a split plot randomized experimental design. In the main plot there were located agronomic management systems (MI: plants were established at a distance of 9 x 9 m with surface irrigation and in MII: plants were established at a distance of 12 x 12 m irrigated by microjet) and in the secondary plot condition of ripeness of the fruit: physiologically ripeness and consume ripeness. Ten plants were selected (replications) and three fruits by plant (experimental unit). Physical and chemical characteristics were evaluated typical: fruit biomass, seed biomass, rind biomass, polar diameter and equatorial diameter, total soluble solid, acidity and pH. The physical characteristics turned out to be affected ($P < 0,05$) for the interaction management and condition of maturity, presenting major values of fruit biomass (483.34 g), seed biomass (54.93 g), rind biomass (76.22 g) and polar diameter (11.28 cm) in the MII in physiologically ripeness fruits. With regard to the management, differences were observed ($P < 0,01$) in total soluble solid, presented major content the MII (14.00%). The major value of pH (4.135) was obtained in MII to consume ripeness and of acidity (0.282%) in MI in the fruits physiologically ripeness fruits ($P < 0,05$). One concludes that with MII and physiologically ripeness fruits improve the characteristics physical and chemical of this fruit.

Key words: *Mangifera indica*, quality, post crop.

Introducción

El mango (*Mangifera indica* L.), es una de las frutas tropicales más importantes después de los cítricos (*Citrus* sp.) y el banano (*Musa* sp.), su agradable sabor y aroma, color atractivo, valor alimenticio y nutritivo lo

Introduction

Mango (*Mangifera indica* L.), is one of the most important tropical fruits after the citric (*Citrus* sp.) and the banana (*Musa* sp.), its pleasant taste, attractive color, food and nutritional value made of mango as a

hicieron favorito desde épocas remotas (Avilán *et al.*, 1993; Sergent, 1999; Araiza *et al.*, 2005). La posibilidad de industrializar el fruto de mango es altamente factible, debido a que con su pulpa se pueden elaborar néctares, yogures, helados, jugos, mermeladas, bebidas y dulces (FAO, 2008; Rincón *et al.*, 2008).

Tanto la producción como el número de países productores de mango se ha incrementado en los últimos diez años, como consecuencia de la demanda de frutas frescas tropicales, en el mercado internacional, que indica que no sólo es previsible que los actuales mercados sigan creciendo, sino que cabe esperar la apertura de mercados nuevos y potenciales (Soto *et al.*, 2004; De los Santos *et al.*, 2011; Garrido *et al.*, 2013).

En Venezuela, el mango es uno de los frutales que mejor se adapta a las diversas condiciones de suelo y clima, siendo las sabanas orientales el área de mayor potencialidad (Carrera *et al.*, 2008; Rincón *et al.*, 2008; Garrido *et al.*, 2013). Sin embargo, en el estado Zulia la mayoría de las plantaciones son domésticas, por lo que se hace necesario incentivar la producción comercial de este rubro, para aumentar la producción nacional e igualmente fomentar la adaptación de tecnologías que conlleven a las buenas prácticas postcosecha, que es uno de los principales problemas en la producción frutícola del país (Garrido *et al.*, 2013). Para ello es prioritario implementar el uso de normas que regulen la calidad de los frutos en las que se incluyan los mínimos de madurez necesarios para cada especie y variedad, así como los defectos y tolerancias para

favorite from ancient times (Avilán *et al.*, 1993; Sergent, 1999; Araiza *et al.*, 2005). The possibility of industrializing the mango is highly feasible since with the pulp many products can be elaborated such as nectars, yogurts, ice creams, juices, jellies, beverages and sweets (FAO, 2008; Rincón *et al.*, 2008).

Both the production and the number of producing countries of mango have increased in the last ten years as a consequence of the demand of fresh tropical fruits in the international market, which indicates that it is not only foreseeable that the current markets continue growing but it is expected the opening of new and potential markets (Soto *et al.*, 2004; De los Santos *et al.*, 2011; Garrido *et al.*, 2013).

In Venezuela, mango is one of the fruits that better adapts to different conditions of soil and weather being the west savannas the area with higher potentiality (Carrera *et al.*, 2008; Rincón *et al.*, 2008; Garrido *et al.*, 2013). However, in Zulia state most of the plantations are domestic; thus, it is necessary to incentive the commercial production of this product to increase the national production and encourage the adaptation of technologies that carry out good post-harvest practices, which is one of the main problems in the fruit production of the country (Garrido *et al.*, 2013). For this reason, it is important to implement the use of norms that could rule the quality of the fruits where the minimum of ripening are included for each specie and variety, as well as the defects and tolerances to classify them into different degrees. This action will allow

clasificarlos en diferentes grados. Esta acción permitirá homogeneizar criterios para el manejo de plantaciones de mango con similares características (Avilán, 2009).

La variedad Tommy Atkins, originaria del noroeste de la India y del norte de Burma en las laderas del Himalaya y posiblemente también de Ceilán, se caracteriza por producir un fruto de gran tamaño, con una biomasa que varía desde 150 g hasta 2 kg, la forma también es variable, pero generalmente es ovoide-oblonga, notoriamente aplanada, redondeada, u obtusa a ambos extremos, de 4 a 25 cm de largo y de 1,5 a 10 cm de grosor. El color puede estar entre verde, amarillo y violeta. La pulpa madura es de textura firme debido a la abundante cantidad de fibra fina. La semilla es pequeña y representa el 8% de la fruta (Sergent, 1999).

En este trabajo se determinaron algunas características físicas y químicas de frutos de mango, variedad Tommy Atkins provenientes del CESID-Frutícola y Apícola de CORPOZULIA, en dos estados de madurez (fisiológicamente maduros y madurez de consumo), bajo dos sistemas de manejo agronómico (plantas establecidas a 9 x 9 m con riego por superficie y a 12 x 12 m con riego por micro-aspersión), con la finalidad de generar conocimientos básicos para el manejo, la conservación y uso potencial de esta variedad.

Materiales y métodos

Ubicación del ensayo: el ensayo se realizó en el Centro Socialista

homogenizing criteria for the management of mango plantations with similar characteristics (Avilán, 2009).

The variety Tommy Atkins, original from the north-east of India and the north of Burma in the slopes of Himalaya and probably of Ceilán, is characterized by producing a fruit of great size with a mass that varies from 150 g to 2 kg, the shape varies but it is generally ovoid-oblong, notoriously flat, rounded or obtuse to both sides, from 4 to 25 cm of length and 1.5 to 10 cm of thickness. The color might be from green, yellow and different tones of pink, red and violet. The ripened pulp has a firm texture due to the abundant quantity of fine fiber. The seed is small and represents 8% of the fruit (Sergent, 1999).

In this research were determined some chemical and physical characteristics of mango fruit of the Tommy Atkins variety from CESID-Fruit and Beekeeping of CORPOZULIA in two ripening phases (physiologically ripened and ripening of consumption), under to agronomic handling systems (plants established at 9 x 9 m with irrigation by surface and at 12 x 12 m with irrigation by micro-aspersión) with the aim of generating basic knowledge for the handle, preservation and potential use of this variety).

Materials and methods

Location of the essay: the essay was carried out at the Socialist Center of Fruit and Beekeeping Research and Development (CESID-Fruit and Beekeeping) of

de Investigación y Desarrollo Frutícola y Apícola (CESID-Frutícola y Apícola) de CORPOZULIA (10°49'47'', N; 71°46'29,2'' O), ubicado en el municipio Mara del estado Zulia con condiciones de bosque muy seco tropical (Ewel *et al.*, 1976) el cual está ubicado en la altiplanicie de Maracaibo y con suelos clasificados como Tipic Haplargis de textura franco arenosa (COPLANARH, 1975).

Material vegetal: se seleccionaron al azar 10 plantas y tres frutos por planta en dos diferentes estados de madurez (madurez fisiológica y madurez de consumo) de la variedad Tommy Atkins establecidas en dos parcelas experimentales con dos sistemas de manejo agronómico: en una de ellas, las plantas están sembradas a una distancia de 9 x 9 m con riego por superficie y en la otra a 12 x 12 m con riego por micro-aspersión. En ambas plantaciones se realizó el riego con agua de pozo dos veces por semana y se fertilizó con una fórmula completa (12-12-17/2 sp), a razón de 4 kg.planta⁻¹.año⁻¹.

Procesamiento de los frutos: se cosecharon tres frutos fisiológicamente maduros (FM) y tres a madurez de consumo (MC), para un total de 60 frutos por manejo, para un total de 120 muestras analizadas. Los frutos cosechados una vez llevados al laboratorio se lavaron con agua de chorro e inmediatamente se midieron las variables físicas biomasa del fruto (BF), diámetro polar (DP), ecuatorial (DE) y espesor del mesocarpio (EM).

Posteriormente, se despulparon y se determinó la biomasa del mesocarpio (BM), de semillas (BS) y del exocarpio (BE), seguidamente, el mesocarpio fue homogeneizado en un

CORPOZULIA (10°49'47'', N; 71°46'29,2'' W), located in Mara municipality, Zulia state with very dry tropical forest (Ewel *et al.*, 1976) located in the Maracaibo plain and with soils classified as Tipic Haplargis with clay loam texture (COPLANARH, 1975).

Vegetal material: ten plants were selected at random along to three fruits per plant in two different ripening (physiological ripening and consumption ripening) of Tommy Atkins variety established in two experimental plots with two agronomic handling systems: in one of them the plants are sowed at a distance of 9 x 9 m with irrigation by surface and in the other at 12 x 12 m with micro-aspersion irrigation. In both plantations the irrigation was done with well water twice a week and fertilized with a complete formula (12-12-17/2 sp) at a reason of 4 kg.plant⁻¹.year⁻¹.

Processing of the fruits: three physiologically ripened fruits were harvested (FM) and three at ripening phase for the consumption (RC) for a total of 60 fruits by handle, and for a total of 120 analyzed samples. Harvested fruits, once taken to the laboratory, were washed with water and the physical variables were measured: biomass of the fruit (BF), polar diameter (PD), equatorial diameter (ED) and thickness of the mesocarp (TM).

Later, the pulp was removed and were determined the biomass of the mesocarp (BM), biomass of the seeds (BS) and biomass of the exocarpio (BE), the mesocarp was homogenized in a food processor (PARKER®) and the

procesador de alimentos (PARKER®) y el producto obtenido se almacenó durante 15 días en un congelador (-20°C) en bolsas plásticas cerradas herméticamente para la evaluación posterior de los parámetros de calidad química pH, acidez titulable (AT) y grados Brix o contenido de sólidos solubles totales (SST).

Para determinar la BF, BS, BM, BE, se empleó una balanza analítica OHAUS, modelo Adventure (capacidad de 3100 g y precisión de 0,01 g). Para la medición del DP se tomó en cuenta como punto de referencia, desde la base del pedúnculo hasta el pico y la medición del DE se realizó en la porción media del fruto. Estas mediciones se realizaron con un vernier (MEBA PRVOMAJSKA).

La determinación de la acidez titulable y acidez iónica (pH) se realizó según la Norma Venezolana COVENIN N° 1151-77 (COVENIN, 1977). Los grados Brix (SST) se determinaron con un refractómetro portátil (ATAGO modelo HHR-2N). Para la medición se agregaron gotas (una o dos) del jugo preparado de la pulpa de los frutos en la superficie del prisma del refractómetro y se registró la lectura a 20°C.

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 los sistemas de manejo agronómico (MI: establecidas a 9 x 9 m con riego por superficie y MII: establecidas a 12 x 12 m con riego por micro-aspersión) y la parcela secundaria al estado de madurez del fruto: fisiológicamente maduro (FM) y madurez de consumo

product obtained was stored for 15 days in a freezer (-20°C) in plastic bags hermetically closed for their posterior evaluation of the parameters of chemical quality, pH, titratable acidity (TA) and Brix degrees or content of total soluble solids (TSS).

To determine the BF, BS, BM and BE the analytic balance OHAUS was employed, model Adventure (capacity of 3100 g and accuracy of 0.01 g). For measuring the PD the reference point considered was from the base of the peduncle to the peak, the measurement of the ED was done in the mean portion of the fruit. These measures were done using a vernier (MEBA PRVOMAJSKA).

The determination of the tritatable acidity and the ionic acidity (pH) was done according the Venezuelan Norms COVENIN N° 1151-77 (COVENIN, 1977). Brix degrees (TSS) were determined with a portable refract meter (ATAGO model HHR-2N). For the measure, drops were added (one or two) of the juice prepared with the pulp of the fruits in the surface of the prism of the refract meter and the reading was registered at 20°C.

Statistical design: The essay was carried out with a split plot completely randomized design. The main plot corresponded to the agronomic handling systems (MI: established at 9 x 9 m with surface irrigation and MII: established at 12 x 12 m with micro-aspersion irrigation), and the secondary plot corresponded to the ripening phase of the fruit: physiologically ripened (PM) and ripening for the consumption (RC). Mango plants correspond to the

(MC). Las plantas de mango correspondieron a las repeticiones y los tres frutos por planta la unidad experimental.

Los datos obtenidos se procesaron estadísticamente con el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1999), versión 8.0. En el procesamiento de los datos se utilizaron estadísticas descriptivas, análisis de varianza con pruebas de separación de medias de mínimos cuadrados, ajustadas por Tukey.

Resultados y discusión

Características físicas

Biomasa del fruto (BF): en el cuadro 1 se muestra el efecto del manejo del cultivo y el estado de madurez del fruto sobre la BF, observándose diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en cuanto al efecto que tuvo el manejo sobre la BF cuando estaba fisiológicamente maduro, obteniéndose

replications and the three fruits per plant corresponded to the experimental unit.

The data obtained were statistically processed using the statistical program SAS (Statistical Analysis System, 1999), version 8.0. In the data processing were used descriptive statistics, variance analyses with mean separation tests of minimum squares adjusted by Tukey.

Results and discussion

Physical characteristics

Biomass of the fruit (BF): in table 1 is shown the handling effect of the crop and the ripening phase of the fruit on the BF, observing significant differences ($P \leq 0.05$) regarding the handling effect on the BF when it was physiologically ripened, obtaining higher BF with handle II (537.78 g) different to handle I, which presented

Cuadro 1. Efecto del manejo del cultivo y el estado de madurez del fruto de mango (*Mangifera indica* L.), variedad Tommy Atkins sobre la biomasa (g) del fruto.

Table 1. Handling effect of the crop and ripening phase of mango fruit (*Mangifera indica* L.), Tommy Atkins variety on the biomass (g) of the fruit.

Estado de madurez	Manejo	
	I	II
Fisiológicamente maduro	*435,77 ^{b/i} ±0,56	537,78 ^{a/i} ±0,49
Madurez de consumo	472,63 ^{a/i} ±0,83	428,90 ^{a/j} ±0,63

*Media ± RSD.

(a, b) letras distintas en filas son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$).

(i, j) letras distintas en columnas son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$).

Manejo I: Plantas establecidas a 9 x 9 m y riego por superficie.

Manejo II: Plantas establecidas a 12 x 12 m y riego por microaspersión.

mayor BF con el Manejo II (537,78 g) a diferencia del Manejo I que presentó valores promedios de 435,77 g. Este comportamiento pudiera deberse a que a mayor distanciamiento entre las plantas hubo una mejor distribución de los nutrientes y por ende no se generó una competencia entre las mismas, permitiendo un crecimiento adecuado de los frutos (Rodríguez, 2002). Con respecto al efecto de la madurez de consumo en la BF solo se observaron diferencias significativas en el Manejo II.

Ramírez *et al.* (2010), en un estudio realizado en frutos fisiológicamente maduros del CESID Frutícola-Apícola, obtuvieron BF mayores (469,28 g) que los obtenidos en este trabajo en frutos FM en el MI, pero inferiores a los FM en el MII. Por otra parte, Carrera *et al.* (2008), señalaron biomásas promedio de 508,23 g para la variedad Tommy Atkins, mayores a las obtenidas en este trabajo. En contraparte, Guzman *et al.* (2013), reportaron biomásas inferiores (436,1 g), en mangos, de la misma variedad, cultivados en Nayarit, México. Sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo fueron similares a los publicados por Avilán *et al.* (2003) y González *et al.* (2006).

Diámetro polar (DP): se observaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) (cuadro 2) para ambos manejos, y el estado de madurez fisiológicamente maduro, presentando mayor diámetro (11,72 cm) el Manejo II, asimismo, se observaron diferencias significativas en el Manejo II con respecto al estado de madurez de consumo. Los frutos presentaron mayor DP cuando estaban fisiológicamente ma-

average values of 435.77 g. This behavior might be because at a higher distance among the plants there was a better distribution of the nutrients, thus, there was not any competence among them, allowing an adequate growing of the fruits (Rodríguez, 2002). Regarding the effect of the ripening for consumption in the BF, only significant differences were observed in handle II.

Ramírez *et al.* (2010) in a research carried out in physiological ripened fruits of CESID-Fruit-Beekeeping, obtained BF higher (469.28 g) than the one obtained in the current research in fruits PM in the MI, but lower to the PM in the MII. On the other hand, Carrera *et al.* (2008) mention average biomass of 508.23 g for the Tommy Atkins variety higher to the ones obtained in this research. Guzman *et al.* (2013) reported lower biomass (436.1 g) in mangoes of the same variety cropped in Nayarit, Mexico. However, the results obtained in the current research were similar to the ones published by Avilán *et al.* (2003) and González *et al.* (2006).

Polar diameter (PD): significant differences were observed ($P \leq 0.05$) (table 2) for both handles and the ripening phase physiologically ripened, presenting higher diameter (11.72 cm) handle II; likewise, significant differences were observed in handle II regarding the ripening phase for the consumption. The fruits presented higher PD where were physiologically ripened. Carrera *et al.* (2008) obtained less fruit diameters (9.52 cm). However, the values obtained by González *et al.* (2006) were similar (11.28 cm) to the ones obtained in this research with handle II.

Cuadro 2. Efecto del manejo del cultivo y el estado de madurez del fruto de mango (*Mangifera indica* L.), variedad Tommy Atkins, sobre el diámetro polar (cm).

Table 2. Handling effect of the crop and ripening phase of mango fruit (*Mangifera indica* L.), Tommy Atkins variety on the polar diameter (cm).

Estado de madurez	Manejo	
	I	II
Fisiológicamente maduro	*10,14 ^{bi} ±0,32	11,72 ^{ai} ±0,43
Madurez de consumo	10,60 ^{ai} ±0,24	10,84 ^{aj} ±0,38
Medias generales	10,37	11,28

*Media ± RSD.

(a, b) letras distintas en filas son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$).

(i, j) letras distintas en columnas son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$).

Manejo I: Plantas establecidas a 9 x 9 m y riego por superficie.

Manejo II: Plantas establecidas a 12 x 12 m y riego por microaspersión.

duros. Carrera *et al.* (2008), obtuvieron menores diámetros de frutos (9,52 cm). Sin embargo, los obtenidos por González *et al.* (2006) fueron similares (11,28 cm) a los obtenidos en este trabajo con el Manejo II.

Biomasa del exocarpio (BE):

la interacción manejo y estado de madurez, mostró diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) sobre la BE (cuadro 3). La mayor media se obtuvo para el Manejo II con frutos fisiológicamente maduros (94,14 g), este efecto al igual que para la variable anterior (DP) estuvo influenciado porque los frutos de las plantas del Manejo II tuvieron mayor tamaño y por ende presentaron mayor BE. Con respecto a la madurez de consumo, los mayores valores de BE se obtuvieron en el Manejo I (83,84 g).

Por otra parte, se observaron diferencias significativas cuando se eva-

Biomass of the exocarp (BE):

the interaction of handling and ripening phase showed highly significant differences ($P \leq 0,01$) on the BE (table 3). The highest mean was obtained for handle II with physiologically ripened fruits (94.14 g), this effect as well as the other in the previous variable (PD) was influenced because the fruits of the plants in handle II have higher size, thus, have higher BE. Regarding the ripening for the consumption, the highest values of the BE were obtained in handle I (83.84 g).

On the other hand, significant differences were observed when evaluating the handling ripening phase, which indicates that the handling and the ripening phase influence on the BE of the fruit. Ramírez *et al.* (2010) obtained in physiologically ripened fruits and cropped in the same

Cuadro 3. Efecto del manejo del cultivo y el estado de madurez del fruto de mango (*Mangifera indica* L.), variedad Tommy Atkins sobre la biomasa (g) del exocarpio.

Table 3. Handling effect of the crop and ripening phase of mango fruit (*Mangifera indica* L.), Tommy Atkins variety on the biomass (g) of the exocarp.

Estado de madurez	Manejo	
	I	II
Fisiológicamente maduro	*65,69 ^{hi} ±0,64	94,14 ^{bji} ±0,50
Madurez de consumo	83,84 ^{hi} ±0,31	58,30 ^{bji} ±0,15
Medias generales	74,76	76,22

*Media ± RSD.

(a, b) letras distintas en filas son significativamente diferentes ($P \leq 0,01$).

(i, j) letras distintas en columnas son significativamente diferentes ($P \leq 0,01$).

Manejo I: Plantas establecidas a 9 x 9 m y riego por superficie.

lúo el estado de madurez por manejo, lo que indicó que el manejo y el estado de madurez influyeron sobre la BE del fruto. Ramírez *et al.* (2010), obtuvieron en frutos fisiológicamente maduros, cultivados en la misma plantación, menores BE (66,14 g). De forma similar, González *et al.* (2006) y Guzman *et al.* (2013), publicaron valores de BE, menores a las obtenidas en este trabajo, 69,3 y 63,07 g, respectivamente.

Biomasa de la semilla (BS): en el cuadro 4 se presenta el efecto del manejo del cultivo y el estado de madurez del fruto, sobre la BS. Con respecto al Manejo I, no se observaron diferencias en BS de acuerdo al estado de madurez de consumo, mientras que en el Manejo II, se observaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$), presentando mayores medias cuando estaban fisiológicamente maduros.

Con respecto al estado de madurez en comparación con los manejos, solo se observaron diferencias significativas

plantation a lower BE (66.14 g). Similarly, González *et al.* (2006) and Guzman *et al.* (2013) published values of BE lower to the ones obtained in the current research, 69.3 and 63.07 g, respectively.

Biomass of the seed (BS): in table 4 is presented the handling effect of the crop and the ripening phase of the fruit on the BS. Regarding handling I, none significant differences were observed in BS according to the ripening phase for the consumption, while in handling II significant differences ($P \leq 0,05$) were observed, presenting higher means where were physiologically ripened.

Regarding the ripening phase compare to the handles, only significant differences were observed when the fruit was physiologically ripened observing higher mean of BS in the handle II (63.97 g). This response might be due to the high incidence of the bacteria of mango (*Erwinia carotovora* L.) which

Cuadro 4. Efecto del manejo del cultivo y el estado de madurez del fruto de mango (*Mangifera indica* L.), variedad Tommy Atkins, sobre la biomasa de la semilla (g).

Table 4. Handling effect of the crop and ripening phase of mango fruit (*Mangifera indica* L.), Tommy Atkins variety on the biomass of the seed (g).

Estado de madurez	Manejo	
	I	II
Fisiológicamente maduro	*47,49 ⁷ⁱ ±0,40	63,97 ⁶ⁱ ±0,07
Madurez de consumo	56,52 ⁹ⁱ ±0,13	45,89 ^{6j} ±0,23
Medias generales	52,00	54,93

*Media ± RSD.

(a, b) letras distintas en filas son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$).

(i, j) letras distintas en columnas son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$).

Manejo I: Plantas establecidas a 9 x 9 m y riego por superficie.

Manejo II: Plantas establecidas a 12 x 12 m y riego por microaspersión.

cuando el fruto estaba fisiológicamente maduro, observándose mayor media de BS en el Manejo II (63,97 g). Esta respuesta podría deberse a una alta incidencia de la bacteriosis del mango (*Erwinia carotovora* L.) la cual afectó el estado normal de la semilla e incluso la muerte del embrión, por lo tanto no hubo un buen desarrollo de la misma (Guevara *et al.*, 2002).

Ramírez *et al.* (2010), obtuvieron en frutos fisiológicamente maduros, cultivados en la plantación del CESID Frutícola-Apícola-CORPOZULIA, mayores BS (70,33 g). Por otra parte, González *et al.* (2006) y Guzman *et al.* (2013), reportaron para la variedad Tommy Atkins, valores de BS promedio de 42,1 y 53,25 g, respectivamente, menores a la media general obtenida en el Manejo II (54,93 g) y ligeramente mayor a la media general del Manejo I (52 g).

affects the normal phase of the seed and even the death of the embryo; thus, there was not a good development of it (Guevara *et al.*, 2002).

Ramírez *et al.* (2010), obtained in physiologically ripened fruits cropped in the plantation of CESID Fruit-Beekeeping-CORPOZULIA higher BS (70.33 g). On the other hand, González *et al.* (2006) and Guzman *et al.* (2013) reported for the same variety Tommy Atkins, BS values average to 42.1 and 53.25 g, respectively, lower to the general mean obtained in handle II (54.93 g) and slightly higher to the general mean of handle I (52 g).

Chemical characteristics

Total soluble solids (TSS):

none significant differences were observed ($P > 0.05$) for the interaction of handling systems and ripening consumption. Table 5 shows the variation of the chemical

Características químicas

Sólidos solubles totales

(SST): no se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) para la interacción sistemas de manejo y madurez de consumo. En el cuadro 5 se muestra la variación de las características químicas de acuerdo al sistema de manejo, detectando diferencias significativas en el contenido de SST, presentando mayor porcentaje el Manejo II con un 14%. Este comportamiento podría deberse a que en los cultivos con mayor distanciamiento entre plantas, hubo una mejor distribución de los fotoasimilados y una menor competencia entre ellas, favoreciendo de esta manera, la formación de frutos de mayor calidad (Rodríguez, 2002).

En el cuadro 6 se presenta el contenido de SST de acuerdo al estado de madurez del fruto. Se observaron diferencias significativas ($P \leq 0,01$) en ambos estados de madurez, con 9,33% para MF y 17,05% para MC.

Los SST son indicadores de la madurez del fruto y determinan la calidad de la fruta, ejerciendo un papel

characteristics according to the handling system, detecting significant differences in the TSS content with a higher percentage in handle II with 14%. This behavior might be because there was a better distribution of the photo-assimilates and a better competence among them in the crops with higher distance among the plants; thus, favoring the formation of fruits with better quality (Rodríguez, 2002).

In table 6 is presented the TSS content according to the ripening phase of the fruit. Significant differences were observed ($P \leq 0.01$) in both ripening phases with 9.33% for MF and 17.05% for RC.

The TSS indicates the ripening of the fruit and determines the quality of the fruit, with an important role in the taste. The ideal mango fruit must provide pulp with a soluble solid/pulp relation that would allow the obtaining of a consistent pulp and a pleasant feeling for the consumer (Carrera *et al.*, 2008).

As the fruit ripens the TSS concentration increases. In this sense,

Cuadro 5. Efecto del manejo sobre los sólidos solubles totales (%) de frutos de mango (*Mangifera indica* L.), variedad Tommy Atkins.

Table 5. Handling effect on the total soluble solids (%) of mango fruits (*Mangifera indica* L.) of Tommy Atkins variety.

Manejo	Sólidos Solubles Totales (% de azúcares)
I	*12,35 ^b ±0,25
II	14,00 ^a ±0,21

*Media ± RSD.

(a, b) Letras distintas en columnas son significativamente diferentes ($P \leq 0,01$).

Manejo I: Plantas establecidas a 9 x 9 m y riego por superficie.

Manejo II: Plantas establecidas a 12 x 12 m y riego por microaspersión.

Cuadro 6. Efecto del estado de madurez del fruto sobre el contenido de sólidos solubles totales (%) en frutos de mango (*Mangifera indica* L.), variedad Tommy Atkins.

Table 6. Effect of the ripening phase of the fruit on the content of total soluble solids (%) in mango fruits (*Mangifera indica* L.), of Tommy Atkins variety.

Estado de madurez del fruto	Sólidos Solubles Totales (% de azúcares)
Fisiológicamente maduro (FM)	*9,33 ^b ±0,13
Madurez de consumo (MC)	17,05 ^a ±0,11

*Media ± RSD.

(a, b) letras distintas en columnas son significativamente diferentes (P≤0,01).

importante en el sabor. El fruto de mango ideal debe proporcionar pulpa con una relación sólidos solubles/pulpa que permita la obtención de una pulpa consistente y una sensación agradable al consumidor (Carrera *et al.*, 2008).

En la medida que el fruto maduró la concentración de SST aumentó. En este sentido, Azcón-Bieto y Talon, (2000), indicaron que durante la maduración de los frutos climatéricos se produjo una acumulación masiva, entre el 30 y el 50% de azúcares como glucosa, fructosa y en menor cantidad sacarosa, lo cual se debió a que durante el crecimiento ocurrió una acumulación de almidón y en la maduración se hidrolizaron estos polisacáridos a monosacáridos, metabolismo influenciado principalmente por la respiración.

Ramírez *et al.* (2010), obtuvieron en frutos fisiológicamente maduros, cultivados en la misma plantación, mayor contenido de SST (17,32%) a los obtenidos en este trabajo, pero similares en frutos en MC (17,05%). Carrera *et al.* (2008) evaluaron cinco variedades

Azcón-Bieto and Talon (2000), indicated that during the ripening of climacteric fruits a massive accumulation produces from 30 to 50% of sugars as glucose, fructose and sucrose in lower quantity, since during the growth occurs an accumulation of starch and in the ripening these polysaccharides hydrolyzed to monosaccharide, metabolisms mainly influenced by the breathing.

Ramírez *et al.* (2010) obtained in physiologically ripened fruits cropped in the same plantation higher content of TSS (17.32%) to those obtained in the current research, but similar in fruits in RC (17.05%). Carrera *et al.* (2008) evaluated five varieties of mango in the savannahs of Monagas state, obtaining for the Tommy Atkins variety TSS values of 8.33% lower to the value found in the current research. On the other hand, González *et al.* (2006) for this variety of mango obtained TSS values of 14.25% higher than the obtained in handle I (12.35%) and similar to the one obtained in handle II (14%). According to SENA (1999), the TSS

des de mango en las sabanas del estado Monagas, obteniendo para la variedad Tommy Atkins valores de SST de 8,33%, menor al valor encontrado en la presente investigación. Por otra parte, González *et al.* (2006), para esta variedad de mango obtuvieron valores de SST de 14,25%, mayor al obtenido en el Manejo I (12,35%) y similar al obtenido en el Manejo II (14%). Según SENA. (1999), el porcentaje de SST debió oscilar entre 0 a 8%, lo cual fue inferior a los obtenidos en este trabajo.

Por otra parte, Araiza *et al.* (2005) indicaron que un contenido de SST de 7,3% fue el nivel mínimo requerido para exportar mangos de México. Los autores evaluaron el incremento de los SST en mangos que se encontraban a madurez fisiológica hasta mangos maduros. Con respecto a la variedad Tommy Atkins los valores oscilaron entre 6,2 y 18,0% cuando el fruto pasó de fisiológicamente maduro a maduro. Este resultado era el esperado debido a que los frutos a medida que avanzaban en su madurez fisiológica experimentaban cambios químicos en su composición, promoviendo una conversión de polisacáridos a monosacáridos que se observa en el aumento de los °Brix.

pH: la influencia del manejo del cultivo y el estado de madurez del fruto sobre el pH (cuadro 7), mostraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en los frutos de ambos manejos cuando estaban a madurez de consumo, presentando mayor valor de pH para el Manejo II (4,135). En cuanto a los frutos fisiológicamente maduros no se observaron diferencias significativas, este comportamiento pudo deberse al tipo de propagación (por injerto),

percentage must be from 0 to 8%, which was inferior to the ones obtained in this research.

On the other hand, Araiza *et al.* (2005) indicated that a TSS content of 7.3% is the minimum required level to export mangoes from Mexico. The authors evaluated the increment of the TSS in mangos with physiological ripening until ripe mangoes. Regarding the Tommy Atkins variety, the values oscillated from 6.2 to 18.0% when the fruit goes from physiologically ripen to ripe. This result was expected since as the fruits advance in their physiological ripening these experiment chemical changes in their composition, promoting a conversion from polysaccharides to monosaccharide that is observed in the increment of °Brix.

pH: the handling influence of the crop and the ripening phase of the fruit in the pH (table 7) showed significant differences ($P \leq 0.05$) in the fruits of both handles when are with ripening for the consumption, presenting higher pH values for the handle II (4.135). Regarding the physiologically ripen fruits, none significant differences were observed, this behavior might be due to the type of propagation (grafting), generating a similar behavior among the plants (Menezes *et al.*, 2004; García *et al.*, 2012). Likewise, significant differences were observed in the ripening phase of handle, showing higher pH the fruits when were with ripening for the consumption in both handles (4.089 and 4.481, respectively). This phenomenon is possibly due to the fruits as they reach physiological ripening experiment chemical changes

Cuadro 7. Efecto del manejo del cultivo y el estado de madurez del fruto de mango (*Mangifera indica* L.), variedad Tommy Atkins sobre el pH.

Table 7. Handling effect of the crop and ripening phase of mango fruit (*Mangifera indica* L.), Tommy Atkins variety on the Ph.

Estado de madurez	Manejo	
	I	II
Fisiológicamente maduro	*3,719 ^{ai} ±0,03	3,789 ^{ai} ±0,01
Madurez de consumo	4,089 ^{aj} ±0,02	4,481 ^{bj} ±0,02
Medias generales	3,903	4,135

*Media ± RSD.

(a, b) letras distintas en filas son significativamente diferentes (P≤0,05).

(i, j) letras distintas en columnas son significativamente diferentes (P≤0,05).

Manejo I: Plantas establecidas a 9 x 9 m y riego por superficie.

Manejo II: Plantas establecidas a 12x 12 m y riego por microaspersión.

generándose así un comportamiento muy similar entre las plantas (Menezes *et al.*, 2004; García *et al.*, 2012). De igual manera, se presentaron diferencias significativas en el estado de madurez por manejo, exhibiendo mayor pH los frutos cuando estaban a madurez de consumo para ambos manejos (4,089 y 4,481, respectivamente). Este fenómeno fue posible debido a que frutos a medida que avanzaron en su madurez fisiológica experimentaron cambios químicos en su composición. Estos cambios se reflejan principalmente en la reducción de los ácidos, por un efecto de dilución por acumulación de agua (Azcón-Bieto y Talón, 2000), lo que provocó un aumento en el valor de pH.

Carrera *et al.* (2008), obtuvieron valores de pH, similares a los obtenidos en este trabajo (3,70), cuando el fruto estaba fisiológicamente maduro. Sin embargo, estos resultados fueron

in the composition. These changes were mainly observed in the reduction of the acids by the dilution effect by water accumulation (Azcón-Bieto and Talón, 2000), which causes an increment in the pH value.

Carrera *et al.* (2008) obtained pH values similar to the ones obtained in this research (3.70) when the fruit was physiologically ripen. However, these results were inferior to those of Ramírez *et al.* (2010) in physiologically ripen fruits cropped in the same plantation (4.33). On the other hand, González *et al.* (2006) obtained for the Tommy Atkins variety pH values of 4.15, similar to the obtained in the general mean for the handle II (4.14) but higher to the one obtained in handle I (3.90).

Acidity (TA): the organic acids are intermediate products of the cellular metabolism which are very important in terms of quality because

inferiores a los de Ramírez *et al.* (2010), en frutos fisiológicamente maduros, cultivados en la misma plantación (4,33). Por otra parte, González *et al.* (2006), obtuvieron para la variedad Tommy Atkins valores de pH de 4,15, similar al obtenido en la media general para el Manejo II (4,14), pero mayor al obtenido en el Manejo I (3,90).

Acidez (AT): los ácidos orgánicos son productos intermedios del metabolismo celular muy importantes en términos de calidad porque proporcionan sabores y olores característico a las frutas y sus productos (Oliveira *et al.*, 1999; Kulkarni *et al.*, 2007), por lo que la AT constituyó una variable muy importante en la evaluación de la calidad de los frutos. En frutas y vegetales, la AT puede expresarse en función de diferentes ácidos orgánicos, dependiendo de la especie más abundante o predominante en su composición. En el caso del mango, el ácido de mayor abundancia es el ácido málico.

En el cuadro 8 se presenta el efecto del manejo del cultivo y el estado de madurez del fruto sobre la AT, observándose diferencias significativas ($P \leq 0,05$) solo en el Manejo I, mostrando menor AT cuando el fruto estuvo a MC (0,043%), por otra parte, no se presentaron diferencias significativas en el Manejo II.

Ramírez *et al.* (2010), obtuvieron en frutos fisiológicamente maduros, cultivados en la misma plantación del CESID Frutícola y Apícola (CORPOZULIA), valores mayores de AT (0,57%). Por otra parte, Carrera *et al.* (2008), indicaron para la variedad Tommy Atkins valores de AT de 0,23%, similares al obtenido para los frutos a madurez fisiológica. Sin em-

these provide tastes and characteristic smell to the fruits and their products (Oliveira *et al.*, 1999; Kulkarni *et al.*, 2007), that is the reason the TA was a very important parameter in the evaluation of quality of fruits. In fruits and vegetables, the TA might be expressed in function of different organic acids, depending of the most abundant or predominant specie in its composition. In the case of mango, the acid of more abundance is the malic acid.

In table 8 is presented the handling effect of the crop and the ripening phase of the fruit on the TA, observing significant differences ($P \leq 0.05$) only in the handle I, showing lower TA when the fruit is at RC (0.043%), on the other hand, none significant differences were observed in the handle II.

Ramírez *et al.* (2010) obtained in physiologically ripen fruits cropped in the same plantation of CESID-Fruiting and Beekeeping (CORPOZULIA), higher values of TA (0.57%). On the other hand, Carrera *et al.* (2008) indicated for the Tommy Atkins variety TA values of 0.23% similar to those obtained for the fruits to physiological ripening. However, González *et al.* (2006) reported higher values of TA for this variety of mango (1.10%).

Conclusions

The physical and chemical characteristics of mango fruits of Tommy Atkins variety improve with handle II (plants sowed at 12 m x 12 m with micro-aspersión irrigation) and physiological ripened fruits. The ripening phase affected the content of

Cuadro 8. Efecto del manejo del cultivo y el estado de madurez del fruto de mango (*Mangifera indica* L.), variedad Tommy Atkins, sobre la acidez titulable (porcentaje de ácido málico).

Table 8. Handling effect of the crop and ripening phase of mango fruit (*Mangifera indica* L.), Tommy Atkins variety on the titratable acidity (percentage of malic acid).

Estado de madurez	Manejo	
	I	II
Fisiológicamente maduro	*0,282 ^{aj} ± 0,02	0,186 ^{aj} ± 0,03
Madurez de consumo	0,043 ^{aj} ± 0,04	0,089 ^{aj} ± 0,03
Medias generales	0,163	0,138

*Media ± RSD.

(a, b) letras distintas en filas son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$).

(i, j) letras distintas en columnas son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$).

Manejo I: Plantas establecidas a 9 x 9 m y riego por superficie.

Manejo II: Plantas establecidas a 12 x 12 m y riego por microaspersión.

bargo, mayores valores de AT reportaron González *et al.* (2006), para esta variedad de mango (1,10%).

Conclusiones

Con el Manejo II (plantas sembradas a 12 x 12 m con riego por microaspersión) y frutos fisiológicamente maduros se mejora las características físicas y químicas del fruto de mango, variedad Tommy Atkins. El estado de madurez afectó el contenido de sólidos solubles totales, mientras que los sistemas de manejo afectaron la calidad física de los frutos de mango.

Los frutos obtenidos con el Manejo II presentaron mayor calidad física con respecto a biomasa de fruto, biomasa de exocarpio, biomasa de semillas y diámetro polar, con relación al Manejo I (plantas sembradas a una distancia de 9 x 9 m con riego por su-

total soluble solids, while the handling systems affected the physical quality of mango fruits.

The fruits obtained with handle II presented higher physical quality in relation to the biomass of the fruit, the biomass of the exocarp, biomass of seeds and polar diameter, in relation to handle I (plants sowed at a distance of 9 x 9 m with irrigation by surface) having a positive influence for the establishment of the mango plantation for the Tommy Atkins variety, which is acceptable for the obtaining of fruits for industrial processing.

Acknowledgement

The authors want to thank CONDES (VAC-CC-0579-10) and CORPOZULIA (socialist center of fruit and beekeeping research and development) and FONACIT

perficie), ejerciendo una influencia positiva para el establecimiento de la plantación de mango de la variedad Tommy Atkins, lo que resulta aceptable para la obtención de frutos con fines de procesamiento industrial.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento a CONDES (VAC-CC-0579-10), CORPOZULIA (Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Frutícola y Apícola) y FONACIT (NÚ. S12000000795; F-2001001117) por el apoyo otorgado con el financiamiento para la realización de esta investigación.

Literatura citada

Araiza, E., T. Osuna, J. Siller, L. Contreras y E. Sánchez. 2005. Postharvest quality and shelf-life of mango cultivars grown at Sinaloa, Mexico. *Acta Horticulturae* 682:1275-1279.

Avilán, L. 2009. Fertilización del mango en el trópico. <http://www.ipni.net/>. (Consultado 10 de abril de 2013).

Avilán, L., E. Unai, E. Soto, M. Rodríguez y J. Ruiz. 2003. Evaluación de cultivares “criollos” de mango. *Agronomía Tropical* 53(2):119-132.

Avilán, L., C.A. Rengifo, I. Dorantes y M. Rodríguez. 1993. El cultivo manguero en Venezuela. VIII. Manejo de las plantas de mango. FONAIAP Divulga. 44 p.

Azcón-Bieto, J. y M. Talón. 2000. Fundamentos de la fisiología vegetal. Editorial McGRAW-HILL. Primera edición, tercera reimpresión, España. 522 p.

Carrera, A., C.D. Mark y R. Gil. 2008. Algunas características físicas y químicas de cinco variedades de mango en condiciones de sabana del estado

(NÚS12000000795; F-2001001117) by the support provided with the financing for carrying out this research.
End of english version

Monagas. *Agronomía Tropical*. 58(1):27-30.

COPLANARH. 1975. Inventario Nacional de Tierras. Región Lago de Maracaibo. Atlas. MAC-CENIAP. Caracas, Venezuela.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1977. Frutas y productos derivados. Determinación de la acidez. N° 1.151 77. Fondonorma. Caracas. Venezuela.

De los Santos-Villalobos, S., S. De Folter, J.P. Delano-Frier, M.A. Gómez-Lim, D. A. Guzmán-Ortiz, P. Sánchez-García y J.J. Peña-Cabriales. 2011. Puntos críticos en el manejo integral del mango: floración, antracnosis y residuos industriales. *Revista Mexicana de Ciencias* 2(2):221-234.

Ewel, J., A. Madriz y J. Tosi. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el Mapa Ecológico. Caracas. MAC-Fonaiap. Edo. Sucre. 2da ed. 265 p.

FAO. 2008. Producción mundial de mango. Disponible en: www.faostat.com (consultado 10 de abril de 2013).

García Soto, A., G. Ettiene, E. Pérez-Pérez, L. Sandoval, L. Montilla, E. Soto. 2012. Propagación y fertilización del cultivo del guanábano. II. Características químicas de frutos. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 29(1):20-36.

Garrido, E.M., T. García Rujano, A. Torres, E. Sangronis, J.A. Martínez, L.C. Chaparro y L. Sánchez. 2013. Análisis de las características físicas y químicas del fruto de mango (*Mangifera indica* L.) “Bocado” de tres localidades del estado Cojedes, Venezuela. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de los Alimentos* 4(2):189-206.

González, J., M. Mayerlin y R. María. 2006. Características físicas y químicas de

- cinco variedades de mango (*Mangifera indica* L.) en el municipio Mara del estado Zulia. Tesis de pregrado. Disponible en: <http://www.uv.mx/universo/200/centrales/centrales01.htm>. (consultado 10 de abril de 2013).
- Guevara, Y., A. Maselli, M. Mireles, R. Figueroa, M. Marcano y A. Rondon. 2002. Evaluación de cuatro productos para el control de la bacteriosis (*Erwinia* spp.) en los frutos de mango (*Mangifera indica* L.). Revista Mexicana de Fitopatología 20(1):109-113.
- Guzman, O., C. Lemus, J. Bugarin, J. Bonilla y J. Ly. 2013. Composición y características químicas de mangos (*Mangifera indica* L.) destinados a la alimentación animal en Nayarit, México. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 47(3):273-277.
- Kulkarni, A.P., R.S. Policegoudra and S.M. Aradhya. 2007. Chemical composition and antioxidant activity of sapota (*Achras sapota* L.). Food Chemistry 93:319-324.
- Menezes, J., J. Oliveira, C. Ruggiero y D. Banzatto. 1994. Avaliação de taxa de pegamento de enxertos de maracujá-amarelo sobre espécies tolerantes á "norte prematura de plantas". Científica, São Paulo 22(1):95-104.
- Oliveira, M.E.B., M.S.R. De Bastos, T. Feitosa, M.A.C. Branco y M.G.G. Da Silva. 1999. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 19(3): 326-332.
- Ramírez Méndez, R., O. Quijada, G. Castellano, M. Burgos, R. Camacho y C. Marin. 2010. Características físicas y químicas de frutos de trece cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) en el municipio Mara en la Planicie de Maracaibo. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha 10(2):65-72.
- Rincón, A., E. Montilla y L. Valverde. 2008. Evaluación de dieciséis (16) cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) en los llanos venezolanos. Agricultura Andina 15: 3-14
- Rodríguez, C. 2002. Consideraciones sobre la utilización de diferentes densidades de plantación en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) "Baixinho de Santa Amalia" en Islas Canarias. Revista Bras. Frutic. Jaboticabal 24(3):707-710.
- Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). 1999. Mango (*Mangifera indica* L.) cosecha y poscosecha en la cadena agroindustrial. Vereda San Juan, Armenia-Quindío, Colombia. 36 p.
- Sergent, E. 1999. El cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) botánica, manejo y comercialización. Caracas, Colección Monografía, Universidad Central de Venezuela. 307 p.
- Soto, E., L. Avilán, E. Unai, M. Rodríguez y J. Ruiz. 2004. Comportamiento y características de algunos cultivares promisorios de mango. Agronomía Tropical 54(2):179-201.
- Statistical Analysis System Institute. 1999. SAS/STAT User's guide. Software release 8. SAS Inst., EE.UU.