



## Comparación de las propiedades fisicoquímicas de dos fenotipos de nanche (*Byrsonima crassifolia* L.)

### *Comparison of the Physicochemical Properties of Two Phenotypes of Nanche (*Byrsonima crassifolia* L.)*

Dr. Ernesto Ramos Carbajal<sup>\*</sup>, Ing. Julio Cesar Pérez Vázquez<sup>1</sup>, Ing. Javier Vázquez Núñez<sup>1</sup>, MSc. Geisy Hernández Cuello<sup>11</sup> y MSc. Omar González Mejía<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Copainalá, Chiapas, México.

<sup>11</sup>Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**ABSTRACT.** The present study was carried out between the months of August and September of 2019, in Ribera Miguel Hidalgo Community of Copainalá Municipality, Chiapas, Mexico. For this, tests related to some physical, mechanical and chemical variables were carried out, with the objective of evaluating these parameters and determining the quality of the fruits for a later study of shelf life. Polar and equatorial diameters of the fruits were obtained, which ranged from 1.56 to 1.61 cm and from 2.05 to 1.72 cm, respectively and the green fruits showed the largest diameters. The weight ranged from 3.27 to 4.03 g on average, therefore, according to their morphology, they are considered small fruits and of low quality. The best OSH values were recorded in green fruits with an average of 10.35 ° Brix. Similarly occurred with the pH, where an average value of 4.43 was observed, while red fruits had a higher percentage of citric acid with 1.75%. The material that could cause less damage to the fruits during transportation and post-harvest handling is plastic, since it has a relatively low coefficient of friction of 0.66 and 0.64.

**Keywords:** Nanche, postharvest, quality properties.

**RESUMEN.** El presente estudio se llevó a cabo entre los meses de agosto y septiembre del 2019, en la comunidad Ribera Miguel Hidalgo del municipio de Copainalá, Chiapas, México. Para ello se realizaron ensayos relacionados con algunas variables físicas, mecánicas y químicas, con el objetivo de evaluar estos parámetros y determinar la calidad de los frutos para un posterior estudio de la vida en anaquel. Dentro de los principales resultados obtenidos se destacan el diámetros polar y ecuatorial de los frutos los que oscilaron desde 1,56 a 1,61 cm y de 2,05 a 1,72 cm respectivamente, siendo los frutos de color verde los de mayores diámetros. El peso osciló entre 3,27 a 4,03 g como promedio, razón por la cual se consideran frutos pequeños y de baja calidad desde su morfología. Los mejores valores de SST se registraron en los frutos de color verde con un promedio de 10,35 °Brix, así mismo ocurrió en el pH con un valor promedios de 4,43, mientras que los frutos rojos presentaron mayor porcentaje de ácido cítrico con 1,75%. El material que menos daños pudiera ocasionar a los frutos durante la transportación y manipulación poscosecha es el plástico, por presentar un coeficiente de fricción relativamente bajo de 0,66 y 0,64.

**Palabras clave:** Nanche, poscosecha, propiedades de calidad.

## INTRODUCTION

At present, agricultural production is looking for potential alternatives that involve the production of food of high

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la producción agrícola busca alternativas potenciales que involucren la producción de alimentos de alto

\* Author for correspondence: Ernesto Ramos Carbajal, e-mail: [erc670819@gmail.com](mailto:erc670819@gmail.com).

Recibido: 14/07/2019.

Aprobado: 13/03/2020.

nutritional value and low cost. Therefore, it is necessary to select native plants that provide food and, at the same time, have characteristics of tolerance to progressive salinity, adaptability to eroded soils, at high temperatures and efficient root systems for water extraction.

Tropical fruits are considered important for the food security of developing countries, from the nutritional point of view, as well as for their contribution to the benefits of exports and income. Ninety percent of tropical fruits produced are consumed within the same producing countries, 5% is marketed as fresh fruits and the rest as processed products (FAO, 2005).

In Mexico there are approximately 712 species of fruit trees, of that total, 32 native species are used commercially, only 14 of them appear in official statistics, while the remaining are found in family gardens as harvest crops (Borys and Leszczńska, 2001).

The Nanche (*Byrsonima crassifolia*) is one of these native fruit trees, known locally and regionally, but which can be potentially productive and generate significant economic income to the population of the areas where it thrives (Bayuelo *et al.*, 2006).

As a fruit species, nanche is a crop little known worldwide. Due to its characteristics of salinity tolerance, adaptability to eroded soils and high temperatures and with deep and efficient root system, it is usually found in the wild and in some geographical areas in the semi-agricultural modality.

This fruit tree is native to tropical America, whose distribution includes extensions from the Tropic of Cancer to the Tropic of Capricorn, from southern Mexico, through the Pacific side of Central America, Peru and Brazil. It also appears in Trinidad, Barbados, Curacao, St. Martin, Dominica, Guadalupe, Puerto Rico, Haiti, Dominican Republic and throughout Cuba, (Morton, 1987; Ciriaco, 2013). In some of the states of Mexico where it is grown, it has acquired considerable importance, due to its wide use, as food, medicine, ornamental, fuel, coloring, beekeeping, reforestation element and components of agrosilvopastoral (Medina *et al.*, 2004; Love y Spaner, 2005; Martínez *et al.*, 2008).

Despite being a little known crop, it has great socioeconomic importance and medicinal uses for many regions.

The color, shape and flavor of the nanche are attributes that the consumer values when making a purchase. The consumer usually selects the nanches by their external attributes; however, when they are consumed they must meet other requirements, given by the combination of intrinsic properties, such as the titratable acidity and juice pH, for which quality parameters for the direct market and industry should be established. Therefore, it is the importance of generating information about those nanche genotypes that satisfactorily meet the characteristics demanded by the various sectors. In this regard, the chemical characteristics, the soluble solids of the pulp and the acidity of the fruit have been useful parameters, because the flavor depends mainly on the balance between sugars and organic acids (Medina *et al.*, 2004).

valor nutricional y de bajos costos. Por ello, se hace necesario la selección de plantas nativas que proporcionen alimentos y a la vez con características de tolerancia a la salinidad progresiva, adaptabilidad a suelos erosionados, a temperaturas altas y con sistemas radiculares eficientes para la extracción de agua.

Las frutas tropicales son consideradas importantes para la seguridad alimentaria de países en desarrollo, desde el punto de vista nutricional, así como por su contribución a los beneficios de las exportaciones y de los ingresos. El 90% de las frutas tropicales que se producen, se consume dentro de los mismos países productores. Un 5% se comercializa como frutas frescas y el restante como productos elaborados (FAO, 2005).

En México existen aproximadamente 712 especies de frutales, de ese total 32 especies nativas se aprovechan de manera comercial, apareciendo únicamente 14 en las estadísticas oficiales, mientras que las restantes se encuentran en huertos familiares como cultivos de recolección (Borys y Leszczńska, 2001).

El nanche *Byrsonima crassifolia* es uno de estos frutales nativos, conocido a nivel local y regional, pero que puede ser potencialmente productivo y generar ingresos económicos importantes a la población de las zonas donde prospera (Bayuelo *et al.*, 2006).

Como especie frutícola, el nanche es un cultivo poco conocido a nivel mundial; por sus características de tolerancia a la salinidad, adaptabilidad a suelos erosionados, temperaturas altas y con sistemas radiculares profundos y eficientes, por lo general se le encuentra en forma silvestre y en algunas zonas geográficas en la modalidad de semicultivo.

Este árbol frutal es originario de América tropical, cuya distribución comprende extensiones desde el trópico de Cáncer hasta el trópico de Capricornio, desde el sur de México, a través del lado Pacífico de Centroamérica, Perú y Brasil, también aparece en Trinidad, Barbados, Curacao, St. Martin, Dominica, Guadalupe, Puerto Rico, Haití, República Dominicana y en toda Cuba, (Morton, 1987; Ciriaco, 2013).

En algunos de los estados de México donde se cultiva, ha adquirido considerable importancia, por su amplio uso, como alimento, medicina, ornamental, combustible, colorante, apícola, elemento reforestador y componentes de sistemas agrosilvopastoriles (Medina *et al.*, 2004; Love y Spaner, 2005; Martínez *et al.*, 2008).

A pesar de ser un cultivo poco conocido, el mismo presenta gran importancia socioeconómica y usos medicinales para muchas regiones.

El color, la forma y el sabor del nanche son atributos que el consumidor valora al momento de hacer una compra. El consumidor, por lo general, selecciona los nanches por sus atributos externos; sin embargo, al momento de ser consumidos deben satisfacer otras exigencias, dadas por la combinación de propiedades intrínsecas, tales como el contenido de sólidos solubles totales, acidez titulable y pH del jugo, para los cuales deberían establecerse parámetros de calidad para el mercado directo y la industria. De ahí la importancia de generar información acerca de aquellos genotipos de nanche que cumplan satisfactoriamente las características demandadas por los diversos sectores. Al respecto, de las características químicas, los sólidos solubles de la pulpa y la acidez del fruto han resultado parámetros útiles, debido a que el sabor depende principalmente del equilibrio entre azúcares y ácidos orgánicos (Medina *et al.*, 2004).

From the medicinal point of view, it is known that for some people, the decoction in water of the bark or leaves is traditionally drunk, for the treatment of colds, skin infections and snake bites. It has also been described the use of leaves and bark for the treatment of tooth pain, vaginitis, diarrhea, bronchitis and asthma in different regions of the Yucatan Peninsula (Peraza *et al.*, 2007), as well as for the treatment of inflammatory disorders in Central America (Maldini *et al.*, 2009).

However, there are few quality studies on fruits of nanche that allow taking advantage of this plant genetic resource. Therefore, the objective of this work was to evaluate the physical-chemical and mechanical parameters for optimal postharvest handling of the fruits of nanche (*Byrsonima crassifolia*) and to determine the quality of the fruits from Miguel Hidalgo Zacalapa Community, Copainalá Municipality, Chiapas and for subsequent studies of their shelf life

## METHODS

The present study was carried out between the months of August and September of 2019, in Ribera Miguel Hidalgo Community, Copainalá Municipality, Chiapas; which is located in the northwest of the State of Chiapas in an area of mountainous and rugged terrain. Its geographical coordinates are 17° 13'16" N 93° 21'08" W. The fruits were harvested at an altitude of 950 meters above sea level, where the average annual temperatures are higher than 28 ° C, while the temperature in the coldest month ranges between 15 and 20 ° C and the average annual rainfall does not exceed the township's average.

The physical properties evaluated were height, weight, and coefficient of friction. Height and weight were determined for fruits and seeds, while friction was evaluated on three surfaces (cardboard, wood and plastic). Likewise, the chemical properties of soluble solids, pH, total acids and maturity index for both yellow and red phenotypes were evaluated.

The sample size was obtained from a pre-experiment with 45 fruits, preventing them from bruising or decomposing portions. The procedures were carried out applying the methodology described by Luyarati (1997),

$$n_m = \frac{t_s^2 \cdot \sigma^2}{\Delta a^2} \quad (1)$$

where:

$\sigma$ - standard or standard deviation;

$t_s$  - coefficient that depends on the level of confidence and the number of samples, is determined for a Student's t distribution;

$\Delta a$  - maximum permissible mean error or random error.

The equatorial (SD) and polar (DP) diameter of the fruits were determined using a caliper or vernier of 0 to 150 ± 0.05 mm accuracy. The PD was determined from the apical end to the base, while the DE was measured in the middle portion of the fruit. The form was determined by the index obtained from dividing the DP / ED (Alia *et al.*, 2012).

Desde el punto de vista medicinal se conoce que para algunos tradicionalmente se consume vía oral la decocción en agua de la corteza o las hojas por vía oral, para el tratamiento de resfriados, infecciones cutáneas y mordeduras de serpiente. También se ha descrito el uso de las hojas y la corteza para el tratamiento del dolor de dientes, vaginitis, diarrea, bronquitis y asma en diferentes regiones de la península de Yucatán (Peraza *et al.* (2007), así como para el tratamiento de trastornos inflamatorios en Centroamérica (Maldini *et al.*, 2009).

Sin embargo, son escasos los estudios de calidad en frutos de nanche que permitan aprovechar este recurso fitogenético. Por lo anterior, el objetivo presente trabajo fue evaluar los parámetros físicos- químicos y mecánicos para un óptimo manejo poscosecha de los frutos de nanche (*Byrsonima crassifolia*) y determinar la calidad de los frutos procedentes de la comunidad Miguel Hidalgo Zacalapa, municipio de Copainalá, Chiapas y para los posteriores estudios de la vida en anaquel del mismos.

## MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo entre los meses de agosto y septiembre del 2019, en la comunidad Ribera Miguel Hidalgo del municipio de Copainalá, Chiapas; que se encuentra en el noroeste del estado de Chiapas en una zona de terreno montañoso y accidentado, sus coordenadas geográficas son 17°13'16"N 93°21'08"O. Los frutos fueron cosechados a una altitud de 950 msnm, donde las temperaturas medias anuales son mayores a los 28 °C, mientras que la temperatura en el mes más frío oscilan entre los 15 y 20°C y las precipitaciones medias anuales no sobrepasan la media del municipio.

Las propiedades físicas evaluadas fueron talla, peso, y coeficiente de fricción, en el caso de la talla y el peso se determinaron para frutos y semillas, mientras que la fricción se evaluó sobre tres superficies (cartón, madera y plástico). Así mismo, se evaluaron las propiedades químicas contenido de sólidos solubles, pH, ácidos totales e índice de madurez para los dos fenotipos amarillos y rojo.

El tamaño de muestra se obtuvo a partir de un pre experimento con 45 frutos, evitando que estos tuvieran magulladuras o porciones en descomposición. Los procedimientos se realizarán aplicando la metodología expuesta por Luyarati (1997),

$$n_m = \frac{t_s^2 \cdot \sigma^2}{\Delta a^2} \quad (1)$$

donde:

$\sigma$ - desviación típica o estándar;

$t_s$  - coeficiente que depende del nivel de confianza y del número de muestras, se determina para una distribución de t de student;

$\Delta a$  - error máximo permisible de la media o error aleatorio.

El diámetro ecuatorial (DE) y polar (DP) de los frutos se determinaron utilizando un calibrador o vernier de 0 a 150 ± 0,05 mm de precisión. El DP se determinó desde el extremo apical hasta la base, mientras que el DE se midió en la porción media del fruto. La forma se determinó por el índice obtenido de dividir el DP/DE (Alia *et al.*, 2012).

To obtain the weight of the fruits, a digital scale with an accuracy of 0.001 g was used, BLC-220 Boeco model. In order to obtain greater precision in weighing, each nanche fruit was weighed individually, according to the sample number calculated in the pre-experiment. For the classification of the fruit size, the following scale was used: 1) small <4.9 g, 2) medium 5-6.7 g, and 3) large > 7 g as proposed by Medina *et al.* (2004)

The angle of friction between the material of the fruits and the surfaces described above was determined in an inclined plane, placing the fruits on each of the surfaces and moving the ramp from the horizontal position (0°) until obtaining the angle at which the fruits begin to slide. It was measured with an angle conveyor that is in the inclined plane and the rolling of the fruits was avoided by joining them in groups of three with adhesive tape. This operation was performed the number of times it was calculated in the pre-experiment

The following expression was used to calculate the static friction coefficient (Cd):

$$C_d = \tan(\varphi) \quad (2)$$

where:  $\varphi$  - Friction angle, degree.

Content of total soluble solids (SST) of the fruits of nanche. A drop of the pulp of these was placed on the prism of the surface of a calibrated refractometer of brand CIVEQ CVQ-4013, with characteristics of measurement range: 0 a 90% Brix, accuracy: 0.5%. Size (mm) 27x40x160, weight 175 g and the measurement was recorded in °Brix, as described in NMX-F-103-1982 (1982).

For the pH analysis a potentiometer or pH meter (pH 600, pH Meter) was used with an electrode previously calibrated with buffer at pH 7 and pH 4. Twenty milliliters of the pulp were taken, the electrode was introduced in the center of the sample with constant agitation and the reading was recorded.

For the subsequent classification of the flavor of the fruit, the scale proposed by Medina *et al.* (2004), based on the ° Brix / AC ratio, was used, such as: acids (5.1-8.1), bittersweet (8.1-10.1) and sweets (> 10.1).

In the case of titratable acidity the measurement was performed for citric acid; 30 g of pulp were weighed and diluted in 200 ml with distilled water, a 20 ml aliquot was taken and titrated with 0.1 N NaOH, to the pH of 8.3 which is the turning point of the phenolphthalein indicator, the reading of consumption was recorded, as described in NMX-F-102-NORMEX-2010 (2010).

The results obtained were tabulated and evaluated for which descriptive analysis was performed. In order to verify the significant differences of these variables between the two phenotypes, means tests were performed by the Tukey method (0.05) to compare the differences between groups. These analyses were performed with the Statgraphics Centurion XV.II statistical package (StatPoint Technologies Inc., Warrenton, VA, E.U).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Dimensions and Shape of the Fruits of Nanche

The statistical summary of the equatorial and polar diameters variable is presented in Table 1. It includes measures of

Para la obtención del peso de los frutos, se utilizó una balanza digital con una precisión de 0,001 g, modelo BLC-220 Boeco. Con el objetivo de obtener una mayor precisión en el pesaje, se pesaron individualmente cada fruto de nanche, de acuerdo con el número de muestra calculado en el pre experimento. Para la clasificación del tamaño de los frutos, se utilizó la escala: 1) chico <4,9 g, 2) mediano 5-6,7 g, y 3) grande >7 g, propuesta por Medina *et al.* (2004)

El ángulo de fricción entre el material de los frutos y las superficies anteriormente descritas se determinó en un plano inclinado, colocando los frutos sobre cada una de las superficies y moviendo la rampa desde la posición horizontal (0°) hasta obtener el ángulo en el que los frutos comienzan a deslizarse, el mismo se midió con un transportador de ángulo que se encuentra en el plano inclinado y la rodadura de los frutos se evitó uniéndolos en grupos de tres con cinta adhesiva, esta operación se realizó el número de veces que se calculó en el pre experimento.

Para el cálculo del coeficiente de fricción estático (Cd) se utilizaron la siguiente expresión:

$$C_d = \tan(\varphi) \quad (2)$$

donde:  $\varphi$  - Ángulo de fricción, grado.

El contenido de sólidos solubles totales (SST) de los frutos de nanche, se colocó una gota de la pulpa de estos sobre el prisma de la superficie de un refractómetro calibrado de marca CIVEQ CVQ-4013, con características de rango de medición: 0 a 90% °Brix, precisión: 0,5%, tamaño (mm): 27x40x160, peso: 175 g, y se registró la medida en °Brix, según lo descrito en la NMX-F-103-1982 (1982).

Para el análisis de pH se empleó un potenciómetro o pHmetro (pH 600, pH Meter) con electrodo previamente calibrado con buffer a pH 7 y pH 4. Se tomará 20 ml de la pulpa, se introdujo el electrodo en el centro de la muestra con agitación constante y se registrará la lectura.

Para la clasificación a posteriori del sabor del fruto se utilizó la escala propuesta por Medina *et al.* (2004), basada en la relación °Brix/ AC, como: ácidos (5,1-8,1), agridulces (8,1-10,1) y dulces (>10,1).

Para el caso de la acidez triturable la medición se realizó para el ácido cítrico; se pesaron 30 g de pulpa y se diluyó en 200 ml con agua destilada, se tomó una alícuota de 20 ml y se tituló con NaOH 0,1 N, hasta el pH de 8,3 que es el punto de viraje del indicador fenolftaleína, se registró la lectura del gasto, según lo descrito en la NMX-F-102-NORMEX-2010 (2010).

Los resultados obtenidos fueron tabulados y evaluados para lo cual se realizó análisis descriptivo. Con el objeto de verificar las diferencias significativas de estas variables entre los dos fenotipos, se efectuaron pruebas de medias por el método de Tukey (0,05) para comparar las diferencias entre grupos. Dichos análisis se realizaron con el paquete estadístico Statgraphics Centurion XV.II (StatPoint Technologies Inc., Warrenton, VA, E.U).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Dimensiones y forma de los frutos de nanche

El resumen estadístico de la variable diámetros ecuatorial y polar se presenta en la Tabla 1. En ella se incluye medidas de

central tendency, variability and shape. Of particular interest here is the standardized bias and kurtosis, which determine that the sample comes from a normal distribution, since its values are within the range of (-2 to +2) which do not invalidate the statistical procedures that apply to this data.

When analyzing in Table 1, it is observed that the polar or longitudinal diameter of the fruits evaluated ranged between 1.41 and 1.75 cm, results that contrast with those obtained by several authors such as Martínez *et al.*, (2006) who cited intervals from 1.82 to 2.63 cm and Medina *et al.* (2004) who found, in the evaluated selections, fruits of nanche that vary in their longitudinal diameters from 1.62 to 2.29 cm. That difference that could be given because the harvested fruits come from a wild plantation.

tendencia central, de variabilidad, y de forma. De particular interés aquí es el sesgo y la curtosis estandarizados, las cuales determinan que las muestra proviene de una distribución normal, ya que sus valores se encuentran dentro del rango de (-2 a +2) las cuales tienden a no invalidar los procedimientos estadísticos que se apliquen a estos datos.

Al analizar en Tabla 1. se observa que los diámetro polar o longitudinal de los frutos evaluados oscilaron entre 1,41 y 1,75 cm, resultados que contrastan con los obtenidos por varios autores como Martínez *et al.*, (2006), quienes citaron intervalos de 1,82 a 2,63 cm y Medina *et al.* (2004), quienes encontraron en las selecciones evaluadas frutos de nanche que varían en sus diámetros longitudinales de 1,62 a 2,29 cm. Diferencia que pudiera estar dada por que los frutos cosechados provienen de una plantación silvestre.

**Table 1. Descriptive statistics of the dimensions of the fruits.**  
**TABLA 1. Estadística descriptiva de las dimensiones de los frutos**

	Green Fruits		Red Fruits	
	Polar diam (cm)	Equat. diam (cm)	Polar diam (cm)	Equat. diam (cm)
Count	3,50	3,50	3,50	3,50
Average	1,56	2,05	1,61	1,72
Stand. dev.	0,72	0,76	0,80	0,84
Coeff. Var.	0,05	0,04	0,05	0,05
Minimum	1,42	1,82	1,41	1,46
Maxim	1,75	2,15	1,74	1,89
Est. bias	1,51	-0,55	-1,44	-1,47
Kurtosis. Est.	0,95	0,05	0,11	1,92

In the case of the equatorial diameter, these varied from 1.82 to 2.15 cm. These results are also lower than those cited by Medina *et al.* (2004) from 1.68 to 2.48 cm. as well as those obtained by Martínez *et al.*, (2006), who reported ranges from 1.75 to 2.55 cm.

Likewise, it can be seen in the previous table that the green fruits, between the two phenotypes, have larger dimensions with an average polar and equatorial diameter of 2.05 and 1.71 cm, respectively. This characteristic affects the quality of the fruits for acceptance by consumers.

The analysis of the DP / DE form or relationship showed an index between 0.77-0.81, so it can be argued that the polar diameter of the fruits is smaller than the equatorial and. therefore, its form is oblate. Similar results (0.84 to 1.0) were obtained by Medina *et al.* (2004) and Maldonado *et al.* (2016), who classified their oblate-shaped nanche fruits. These results demonstrate the variability in nanche fruits, regardless of their phenotype and genotypes, in different regions of Mexico. These characteristics affect the quality of the fruits and could be given by their origin (wild or domesticated).

**Weight of Fruits and Endocarps of Nanche**

In the box and mustache diagram of Figure 1, it can be seen that for the total data there is a significant difference

En el caso del diámetro ecuatorial estos variaron entre 1,82 a 2,15 cm, estos resultados también son inferiores a los citados por Medina *et al.* (2004) de 1,68 a 2,48 cm. así como los obtenidos por Martínez *et al.*, (2008) (2006), quienes reportaron rangos de 1,75 a 2,55 cm.

Así mismo se puede observar en la tabla anterior que los frutos de color verde, entre los dos fenotipos, presentan mayores dimensiones con diámetros polar y ecuatorial promedio de 2,05 y 1,71 cm respectivamente. Característica esta que incide en la calidad de los frutos para su aceptación por los consumidores.

El análisis de la forma o relación DP/DE. mostro un índice entre 0,77-0,81, por lo que se puede plantear que el diámetro polar de los frutos es menor al ecuatorial y. por ende, su forma es oblató. Resultados similares (0,84 a 1,0) fueron obtenidos por Medina *et al.* (2004) y Maldonado *et al.* (2016), quienes clasificaron sus frutos de nanche con forma de oblató. Esto resultados demuestran la variabilidad existente en los frutos de nanche, independientemente de su fenotipo y genotipos, en diferentes regiones de México. Características que inciden en la calidad de los frutos y pudieran estar dadas por su origen (silvestres o domesticados).

**Peso de frutos y endocarpios de nanche**

En el diagrama de caja y bigote de la Figura 1, se puede observar que para los datos totales existe diferencia significa-

between the medians of the green and red fruits. In addition, it is observed that the fruits of greater weight are the green ones, with values that ranged from 3.65 to 4.6 g and on average 4.03 g. These values are relatively higher than those reported by Bayuelo *et al.* (2006) of 3.8 g in studies conducted on harvested fruits in Michoacán

tiva entre las medianas de los frutos verdes y rojos. Además, se observa que los frutos de mayor peso son los de color verde con valores que oscilaron entre 3,65 a 4,6 g y como promedio 4,03 g, estos valores son relativamente superiores a los reportados por Bayuelo *et al.* (2006) de (3,8 g). en estudios realizados a frutos cosechados Michoacán

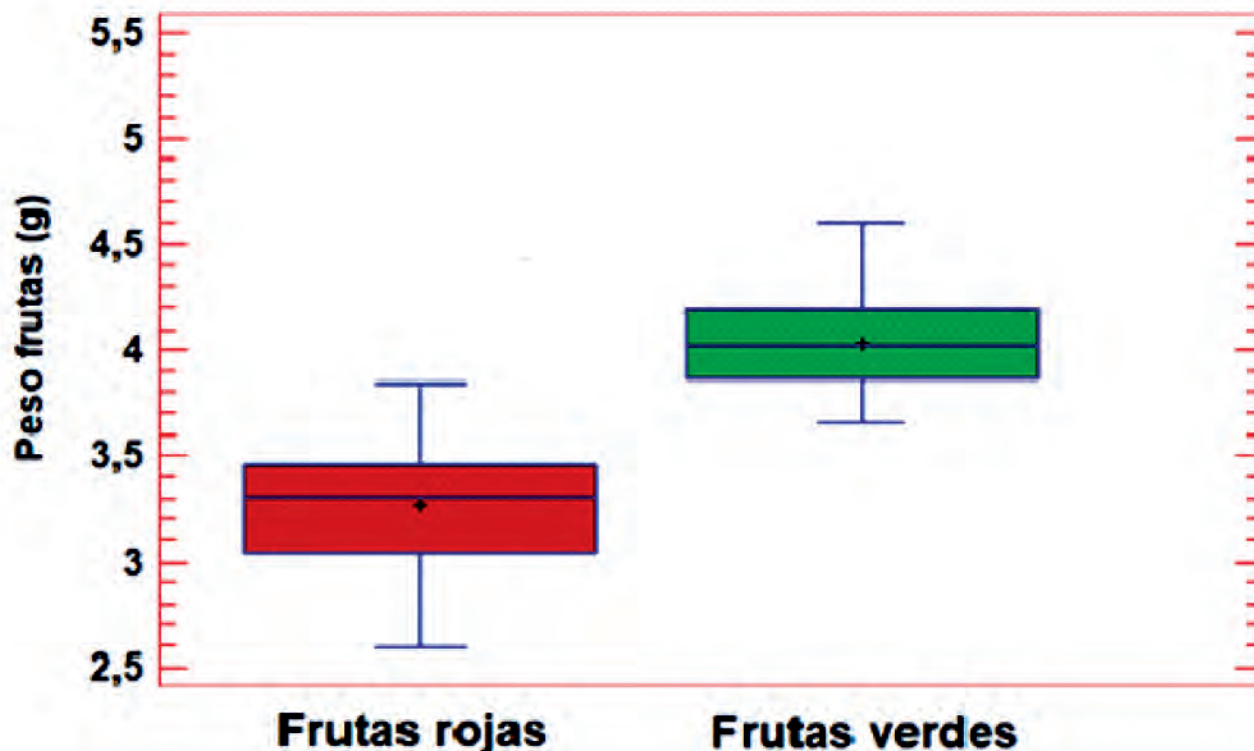


FIGURE 1. Analysis of fruit weight. Box and mustache diagram.  
 FIGURA 1. Análisis del peso de los frutos. diagrama de caja y bigote.

Taking into account the results obtained and according to the classification proposed by Medina *et al.* (2015), it can be inferred that the fruits of nanche harvested in Miguel Hidalgo Community are small, since the average of their weights is between 3, 27 and 4.03 g, variable that affects its quality for fresh trade, however, not for tanning processing.

### Static Friction Coefficient of Nanche Fruits on Cardboard, Wood and Plastic Sheets

In Figure 2, the average values of static friction coefficients are presented. It is observed that the surface with homogeneous and lower friction coefficient values was the plastic, with means between 0.66 and 0.64, considering this surface the one that less damage could cause the fruit during transportation and postharvest handling.

Based on the previous results, a comparison was made between the coefficient of friction values of fruits on plastics. Figure 3 shows that there are no statistically significant differences between the means of the coefficients of friction of the fruits evaluated, with a level of 95.0% confidence, according to the method of highly significant difference (HSD) of Tukey, procedure used to discriminate among the means.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y según la clasificación propuesta por Medina *et al.* (2015), se puede inferir que los frutos de nanche cosechados en la comunidad Miguel Hidalgo son pequeños, ya que el promedio de sus pesos se encuentra entre 3,27 y 4,03 g, variable que afecta su calidad para el comercio en fresco, sin embargo, no para el procesamiento en curtido.

### Coefficiente de fricción estático de los frutos de nanche sobre láminas de cartón, madera y plástico

En la Figura 2, se presentan los valores promedios de coeficientes de fricción estático, donde se observa que la superficie con valores de coeficiente de fricción homogéneos y menores fue el plástico, con promedios entre 0,66 y 0,64, considerando esta superficie la que menos daños pudiera ocasionar a los frutos durante la transportación y manipulación poscosecha.

En atención a los resultados anteriores se realizó la comparación entre los valores de coeficiente de fricción de los frutos sobre plásticos. En la Figura 3 se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los coeficientes de fricción de los frutos evaluados, con un nivel del 95,0% de confianza, según el método de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, procedimiento empleado para discriminar entre las medias.

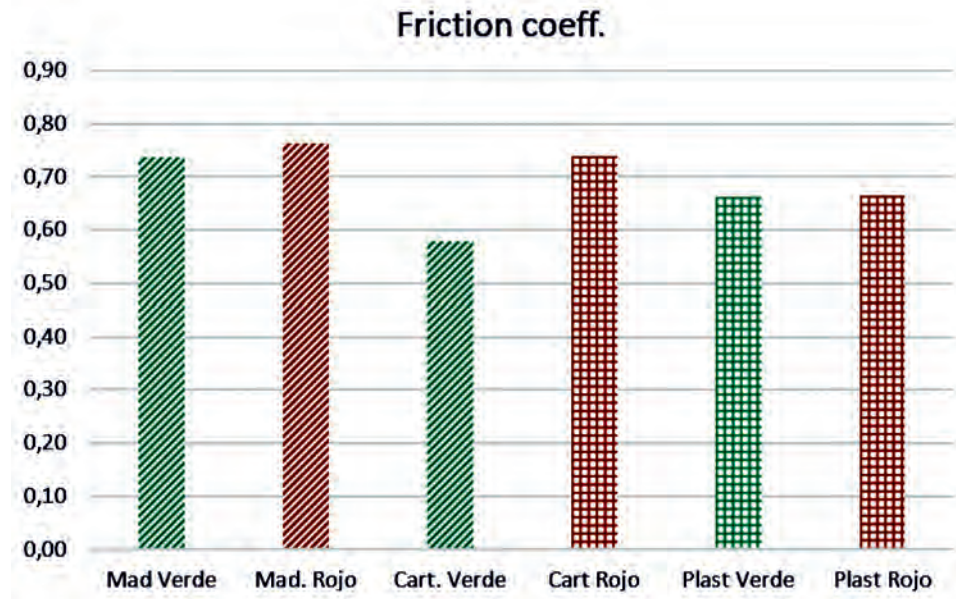


FIGURE 2. Friction coefficients of nanche fruits on wooden, cardboard and plastic surfaces.  
 FIGURA 2. Coeficientes de fricción de frutos de nanche sobre superficies de madera, cartón y plástico.

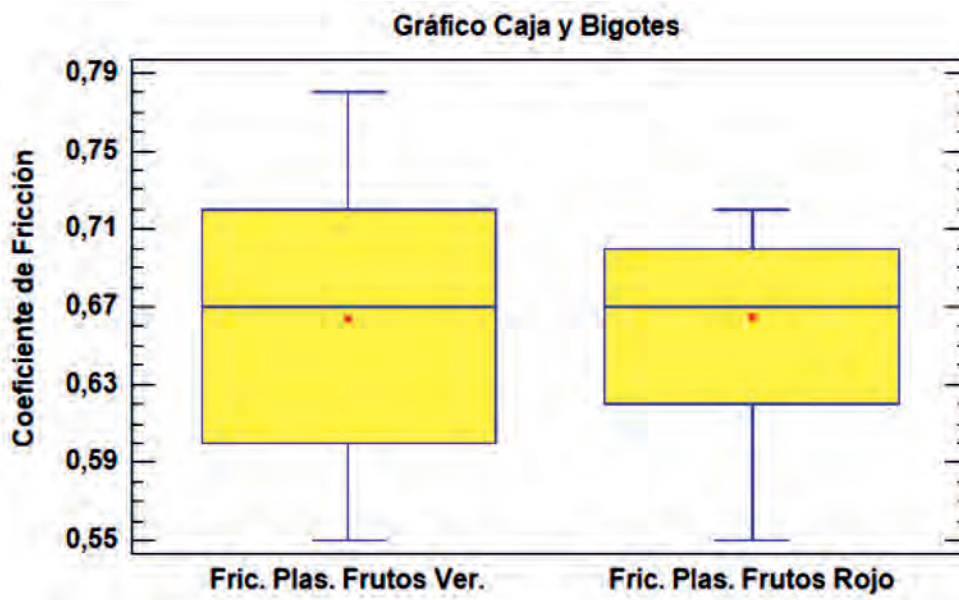


FIGURE 3. Box and mustache graph, friction coefficient of fruits on plastic.  
 FIGURA 3. Gráfico de caja y bigotes, coeficiente de fricción de los frutos sobre plástico.

### Total Soluble Solids Content (TSS)

The average TSS values of the fruits evaluated are presented in Figure 4. It can be seen that the highest concentration of °Brix occurred in green fruits with an average of 10.35 °Brix, these results differ from those reported by Medinas *et al.*, (2015) of an interval between 8.93 and 15.99 ° Brix and are greater than the range of 3.2 to 7.9 ° Brix reported by Martínez *et al.* (2008).

The results obtained could corroborate what was stated by Kays (1991), that the values of the total sugars in the fruits of nanche can vary according to the time of the year, the precipitation or the degradation and biosynthesis processes of the polysaccharides.

### Contenido sólidos solubles totales (SST)

Los valores promedio de SST de los frutos evaluados se presentan en la Figura 4. En la misma se observa que la mayor concentración de °Brix se presentó en los frutos de color verde con un promedio de 10,35 °Brix, estos resultados difieren con los reportado por Medina *et al.* (2015) de un intervalo entre 8,93 a 15,99 °Brix y son superiores al intervalo de 3,2 a 7,9 °Brix reportados por Martínez *et al.* (2008).

Los resultados obtenidos pudieran corroborar lo planteado por Kays (1991), que los valores de los azúcares totales en los frutos de nanche pueden variar de acuerdo con la época.

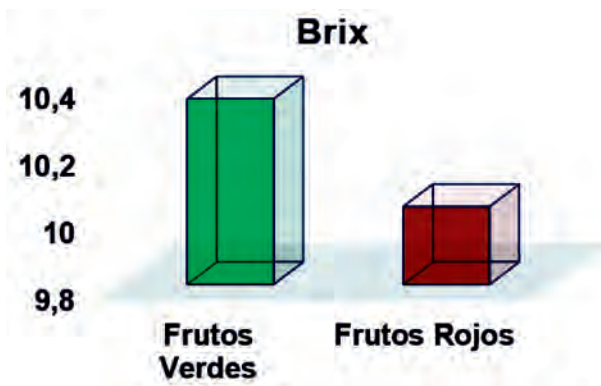


FIGURE 4. Comparison of means of TSS content in fruits of nanche.  
 FIGURA 4. Comparación de medias del contenido de SST en frutos de nanche.

In Figure 5, the pH values obtained as a result of the statistical analysis are shown. It can be seen that the average acid values ranged from 3.83 to 4.43, which were higher than those published by Medina *et al.* (2004) and Martínez *et al.* (2008), from 2.6 to 4 and from 3.50 to 4.38, respectively. However, Villachica (1996) and Muñoz de Chávez *et al.* (2002), suggest that on average, in 100 g of nanche pulp, the pH can be 2.8. Taking into account this, it can be deduced that the values obtained are within the permissible range.

On the other hand, in Figure 5, it can be seen that for the case under study, the pulp with averages of a greater degree of acid (3.83) was in red fruits. These data corroborate the data obtained in the concentration of SST in red fruits, in which, coincidentally on average, the percentage of °Brix was lower with 10.03.

En la Figura 5, se muestran los valores de pH obtenido como resultado del análisis estadístico. En la misma se puede apreciar que los valores promedio de acides oscilaron entre 3.83 a 4.43, siendo estos superiores a los publicados por Medina *et al.* (2004); Martínez *et al.* (2008) de 2.6 a 4 y 3.50 a 4.38 respectivamente. Sin embargo, Villachica (1996); Muñoz de Chávez *et al.* (2002), plantean que como promedio en 100 g de pulpa de nanche el pH puede ser de 2.8 teniendo en cuenta esto, se puede deducir que los valores obtenidos se encuentran dentro del rango permisible.

Así mismo, en la Figura 5, se puede apreciar que para el caso en estudio la pulpa con promedios de mayor grado de acides 3.83 fue en frutos rojos. Estos datos corroboran los datos obtenidos en la concentración de SST en los frutos rojos, que coincidentemente como promedio el porcentaje de °Brix fue menor con 10.03.

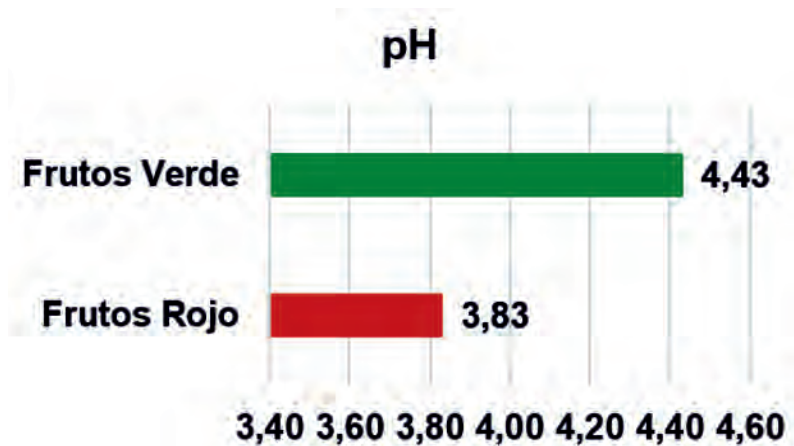


FIGURE 5. pH values in nanche pulps.  
 FIGURA 5. Valores pH en pulpas de nanche.

### Titrateable Acidity in Nanche Fruits

As a result of the determination of titrateable acids (percentage of citric acid), it was obtained that the red fruits presented a higher percentage, followed by the green ones with 1.75% and 1.49%, respectively. These values are lower than those obtained by Villachica (1996) and by Muñoz de Chávez *et al.* (2002) of 2.45%. Taking into account the results obtained for the percentage of citric acid of the fruits studied, it is possible to classify them in bittersweet because they are in the range between 0.6 and 1.9%, according to the classification of Medina *et al.* (2004).

### Acidez triturable en frutos de nanche

Como resultado de la determinación de la acidez triturable (porcentaje de ácido cítrico) se obtuvo que los frutos rojos presentaron mayor porcentaje, seguidos por los verdes con 1.75% y 1.49% respectivamente, estos valores son inferiores a los obtenidos por Villachica (1996) y por Muñoz de Chávez *et al.* (2002) de 2.45%. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos para el porcentaje de ácido cítrico de los frutos estudiados es posible clasificarlos en agridulces por encontrarse en el rango entre (0.6-1.9%) según la clasificación de (Medina *et al.*, 2004).



Considering the above-mentioned and taking into account the scale proposed by Medina *et al.* (2004), in relation to the classification of fruits according to the taste index, it can be argued that red and green fruits are acidic. These results corroborate what was stated by Landanilla (2008) and Maciel *et al.* (2010), who state that organic acids are responsible for the acidity and the particular aroma of the fruits and that acidity is a useful feature to know the ripening state of the fruits.

## CONCLUSIONS

- The physical properties of the fruits under study showed that nanche is a species of great variability. The polar and equatorial diameters of the fruits ranged from 1.56 to 1.61 cm and from 2.05 to 1.72 cm, respectively, being the green fruits, those of greater diameters. The weight ranged from 3.27 to 4.03 g on average and that is why they are considered small and low quality fruits from their morphology.
- The best values of TSS were recorded in green fruits with an average of 10.35 ° Brix. The same occurred in the pH with a value of 4.43 on average, while red fruits had a higher percentage of citric acid with 1.75%.
- The material that could cause less damage to the fruits during transportation and post-harvest handling is plastic, since it has a relatively low coefficient of friction of 0.66 and 0.64.

En atención a lo planteado anteriormente y teniendo en cuenta la escala propuesta por (Medina *et al.*, 2004), con relación a la clasificación de los frutos según el índice de sabor, se puede plantear que los frutos rojos y verdes son ácidos. Estos resultados corroboran lo expuesto por Landanilla (2008) y Maciel *et al.* (2010), quienes plantean que los ácidos orgánicos son los responsables de la acidez y el aroma particular de los frutos y que la acidez es una particularidad útil para conocer el estado de maduración de los frutos.

## CONCLUSIONES

- Las propiedades físicas de los frutos en estudio demostraron que el nanche es una especie de gran variabilidad, el diámetro polar y ecuatorial de los frutos oscilaron de 1,56 a 1,61 cm y de 2,05 a 1,72 cm respectivamente, siendo los frutos de color verde los de mayores diámetros. El peso osciló entre 3,27 a 4,03 g como promedio, razón por la cual se consideran frutos pequeños y de baja calidad desde su morfología.
- Los mejores valores de SST se registraron en los frutos de color verde con un promedio de 10,35 °Brix, así mismo ocurrió en el pH con un valor de 4,43 como promedio, mientras que los frutos rojos presentaron mayor porcentaje de ácido cítrico con 1,75%.
- El material que menos daños pudiera ocasionar a los frutos durante la transportación y manipulación poscosecha es el plástico, por presentar un coeficiente de fricción relativamente bajo de 0,66 y 0,64.

## REFERENCES / REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIA, T.I.; ASTUDILLO, M.Y.I.; NÚÑEZ, C.C.A.; VALDEZ, A.L.A.; BAUTISTA, B.; GONZÁLEZ, V.L.; ARIZA, F.R.; RIVERA, C.F.: "Caracterización de frutos de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) del sur de México", *Revista fitotecnia mexicana*, 35(SPE5): 21-26, 2012, ISSN: 0187-7380.
- BAYUELO, J.J.S.; RICO, L.J.C.L.; OCHOA, I.E.: "Caracterización morfológica de *byrsonima crassifolia* (L.) Kunth nativa de Churumuco, Michoacán, México", *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29(Es2): 31-36, 2006, ISSN: 0187-7380.
- BORYS, M.W.; LESZCZŃSKA, B.H.: *El potencial genético frutícola de la República Mexicana*, Inst.. Fundación salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S. C. Coatepec Harinas, Estado de México, México, 99 p., 2001.
- CIRIACO, A.D.: *El Nanche *Byrsonima crassifolia* una alternativa de producción frutícola para el municipio de Actopan Veracruz. Veracruz, [en línea]*, Inst. Facultad de Ciencias Agrícolas, Veracruz, México, 2013, Disponible en: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32686/1/santosciriaco.pdf>.
- FAO: *Situación actual y perspectivas a plazo medio para las frutas tropicales. Grupo del azúcar y las bebidas refrescantes. Servicio de materias primas, productos tropicales y hortícolas, [en línea]*, Inst. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Dirección de Productos Básicos y Comercio, Roma, Italia, 2005, Disponible en: [http://www.fao.org/es/esc/common/ecg/218/es/Sit\\_web\\_s.pdf](http://www.fao.org/es/esc/common/ecg/218/es/Sit_web_s.pdf).
- KAYS, S.J.: *Postharvest physiology of perishable plant products*, Ed. Van Nostrand Reinhold, New York, USA, 532 p., 1991.
- LANDANILLA, M.S.: "Fruit morphology, anatomy and physiology", En: *Biology, Technonlogy, and Evaluation*, Ed. Academic Press, First edition ed., vol. Capítulo 27, India, 2008.
- LOVE, B.; SPANER, D.: "A survey o small-scale farmers using tres in pastures in Herrera Province, Panama.", *Journal of Sustainable Forestry*, 20(3): 37-65, 2005.
- LUYARATI, D.N.: *Economía*, Ed. Ediciones ENPES, 2da edición ed., La Habana, Cuba, 597 p., 1997.
- MACIEL, S.M.I.; MELO, E.; LIMA, V.; SOUZA, A.K.; SILVA, W.: "Caracterização físicoquímica de frutos de genotipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.)", *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(4): 865-869, 2010.
- MALDINI, M.; SOSA, S.; MONTORO, P.; GIANGASPERO, A.; BALICK, M.J.; PIZZA, C.; DELLA, L.R.: "Screening of the topical anti-inflammatory activity of the bark of *Acacia cornigera* Willdenow, *Byrsonima crassifolia* Kunth, *Sweetia panamensis* Yakolev and the leaves of *Sphagneticola trilobata* Hitchcoc", *J. Ethnopharm*, 122: 430-433, 2009.

- MALDONADO, P.M.A.; GARCÍA DE LOS SANTOS, G.; GARCÍA, N.J.R.; CORONA, T.T.; CETINA, A.V.M.; RAMÍREZ, H.C.: “Calidad morfológica de frutos y endocarpios del nanche rojo (*Malpighia mexicana*, Malpighiaceae)”, *Acta Botánica Mexicana*, 117, 2016, ISSN: 0187-7151, Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=574/57447920004>, [Consulta: 14 de junio de 2019].
- MARTÍNEZ, M.E.; SANTIAGUILLO, H.J.F.; CUEVAS, S.J.A.: *Principales usos del nanche [(Byrsonima crassifolia L.) H.B.K.]*, Inst. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Texcoco, México, 57 p., 2008.
- MEDINA, T.R.; JUÁREZ, L.P.; SALAZAR, G.S.; LÓPEZ, G.G.G.; IBARRA, S.L.S.; LIDIA, S.; ARRIETA, R.B.J.; MARTÍNEZ, M.E.: “Evaluación de calidad en frutos de 41 genotipos de nanche (*Byrsonima crassifolia* L. HBK) de Nayarit, México”, *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(2), 2015, ISSN: 2007-0934, Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2631/263138086003>, [Consulta: 16 de junio de 2019].
- MEDINA, T.R.; SALAZAR, S.; GÓMEZ, J.R.: “Fruit quality indices in eighth nance [*Byrsonima crassifolia* (L.) HBK] selections”, *HortScience*, 39: 1070-1073, 2004, ISSN: 0018-5345.
- MORTON, A.: *Nance Byrsonima crassifolia L.*, [en línea], España, 1987, Disponible en: [www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/nance/html](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/nance/html), [Consulta: 12 de agosto de 2001].
- MUÑOZ DE CHÁVEZ, M.; LEDESMA, S.J.A.; V A: *Tablas de valor nutritivo de los alimentos*, Inst. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán, Editorial Pax, México. D. F, 132 p., 2002.
- NMX-F-102-NORMEX-2010: *Determinación de acidez titulable en alimentos-método de ensayo (prueba)*, Inst. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Secretaría de Economía (SE), México DF, 4 p., Vig de 2010.
- NMX-F-103-1982: *Alimentos. frutas y derivados. determinación de grados Brix.*, Inst. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Secretaría de Economía (SE), 2010. Norma Mexicana NMX-F-102-NORMEX-2010. Determinación de acidez titulable en alimentos-método, México DF, Vig de 1982.
- PERAZA, S.R.; CEN, F.; NOH, A.; MAY, F.; SIMÁ, P.; DUMONTEIL, E.; GARCÍA, M.R.; MUT, M.: “Leishmanicidal evaluation of extracts from native plants of the Yucatan peninsula”, *Phytoterapy*, 78: 315-318, 2007.
- VILLACHICA, H.: *Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonia*, Inst. Secretaría Pro Tempore del Tratado de Cooperación Amazónica, Lima, Perú, 1996.

---

*Ernesto Ramos Carbajal*, Profesor. e Investigador, Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Chicoasén-Malpaso, km 28+800 Copainalá, Chiapas, México, C.P. 29620, e-mail: [erc670819@gmail.com](mailto:erc670819@gmail.com)

*Julio Cesar Pérez*, Profesor. e Investigador, Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Chicoasén-Malpaso, km 28+800 Copainalá, Chiapas, México, C.P. 29620, e-mail:

*Javier Vázquez Núñez*, Profesor. e Investigador, Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Chicoasén-Malpaso, km 28+800 Copainalá, Chiapas, México, C.P. 29620, e-mail: [erc670819@gmail.com](mailto:erc670819@gmail.com)

*Geisy Hernández Cuello*, Inv. Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), Carretera Tapaste y Autopista Nacional km 23 ½ San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700, Apartado Postal 18-19, e-mail: [geysyh@unah.edu.cu](mailto:geysyh@unah.edu.cu)

*Omar González Mejía*, Profesor. e Investigador, Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Chicoasén-Malpaso, km 28+800 Copainalá, Chiapas, México, C.P. 29620, e-mail: [erc670819@gmail.com](mailto:erc670819@gmail.com)

The authors of this work declare no conflict of interests.

This item is under license Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

The mention of trademarks of specific equipment, instruments or materials is for identification purposes, there being no promotional commitment in relation to them, neither by the authors nor by the publisher.