

## Evaluación de aguacates criollos en Nuevo León, México: región sur\*

## Evaluation of Creole avocados in Nuevo León, Mexico: southern region

Efraín Acosta Díaz<sup>1</sup>, Ismael Hernández Torres<sup>1</sup> e Isidro Humberto Almeyda León<sup>1§</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental General Terán, INIFAP. Carretera Montemorelos-China, km 31. General Terán, Nuevo León. C. P. 76400. A. P. 3. (acostaefrain@yahoo.com.mx), (hernandez.ismael@iniap.gob.mx). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: almeyda.isidro@iniap.gob.mx.

### Resumen

El estado de Nuevo León, México, forma parte del centro de origen de la raza mexicana de aguacate (*Persea americana* Mill. var. *drymifolia*), en donde se cultivan variedades criollas en huertos comerciales y en traspatios, predominando la utilización de la variedad Plátano Grueso-1. Esta variedad se caracteriza por presentar un ciclo temprano de madurez fisiológica, lo cual permite que su producción se concentre en un periodo relativamente corto. El objetivo de esta investigación fue caracterizar un grupo de variedades criollas de aguacate en la región sur del estado de Nuevo León, mediante caracteres morfológicos de los frutos. Se utilizaron 29 variedades incluyendo la variedad Plátano Grueso-1 (testigo local), presentes en seis huertas comerciales y un traspatio en los municipios de Aramberri y Zaragoza, Nuevo León. Se determinaron 17 materiales con características morfológicas similares que la variedad Plátano Grueso-1, los cuales se clasificaron en tres grupos. El primer grupo está formado por 12 variedades con características del fruto similares a la variedad Plátano Grueso-1, con un período temprano de madurez fisiológica. El segundo grupo está integrado por tres variedades con características del fruto similares a la variedad Plátano Grueso-1, con un período intermedio de madurez fisiológica. El tercer grupo está constituido por dos variedades con características del fruto diferentes a la variedad Plátano Grueso, con un periodo

### Abstract

The State of Nuevo León, Mexico, is a part of the birthplace of the Mexican breed of avocado (*Persea americana* Mill. var. *drymifolia*), where Creole varieties are planted in commercial gardens and backyards, with the outstanding use of the variety Plátano Grueso-1 (local variety). This variety is characterized by an early cycle of physiological maturity, allowing production to concentrate into a relatively short period. The objective of this research was to characterize a group of Creole varieties of avocado in the south of Nuevo León, using morphological characteristics of the fruit. Twenty nine varieties were used including the variety Plátano Grueso-1 (local variety), present in six commercial gardens and a backyard in the municipalities of Aramberri and Zaragoza, Nuevo León. Seventeen materials were identified as having morphological characteristics similar to the variety Plátano Grueso-1, and they were classified into three groups. The first group is formed by 12 varieties with fruit characteristics similar to those of Plátano Grueso-1, with a period of early physiological maturity. The second group is composed of three varieties with characteristics similar to those of Plátano Grueso-1, with an intermediate period of physiological maturity. The third group consists of two varieties with similar fruit characteristics to the variety Plátano Grueso-1, with a late period of physiological maturity. Results suggest that there is a wide variation in

\* Recibido: junio de 2011  
Aceptado: enero de 2012

tardío de madurez fisiológica. Los resultados obtenidos sugieren que existe una amplia variación en los materiales criollos de aguacate cultivados en la región sur del estado de Nuevo León, lo cual se constituye como una alternativa para diversificar la producción y no depender casi exclusivamente de la variedad Plátano Grueso-1.

**Palabras claves:** *Persea americana* Mill., caracterización morfológica, recursos genéticos, variedades criollas.

## Introducción

El aguacate es originario de las áreas montañosas del centro y este de México, y de las partes altas de Guatemala (Williams, 1977), de donde se ha distribuido al resto del mundo (Barrientos y López, 2002). En la actualidad se reconocen tres razas: la Mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia*), la Guatemalteca (*P. americana* var. *guatemalensis*) y la Antillana (*P. americana* var. *americana*). Estas tres razas se pueden diferenciar sobre la base de sus características morfológicas, fisiológicas y de cultivo (Bergh, 1995; Bergh and Lahav, 1996). La mayoría de las variedades comerciales de aguacate son híbridos interraciales desarrollados a partir del intercambio de materiales entre las diferentes razas. De esta manera, los más importantes cultivares de climas subtropicales, como el 'Hass', 'Bacon' y 'Fuerte', son producto de las cruces entre las razas mexicana y guatemalteca y tienen diferente grado de hibridación (Newett *et al.*, 2002). En general, la raza Mexicana incluye variedades nativas con nombres locales, producen frutos que se consumen y comercializan localmente y se usan como pie de injerto para el cultivar 'Hass', que es el más distribuido en el mundo (Fiedler *et al.*, 1998) y México es el principal exportador a nivel mundial (SAGARPA, 2007).

Los hallazgos de aguacates primitivos desde la Sierra Madre Oriental en el estado de Nuevo León, México, hasta Costa Rica en Centroamérica, apoyan la hipótesis de que se trata de un centro de origen del aguacate y probablemente de todo el subgénero *Persea* (Sánchez, 1999a; Sánchez, 2007). En los municipios de Aramberri y Zaragoza y muy particularmente en las partes altas de la Sierra Madre Oriental, en donde nacen los afluentes del Río Blanco en Zaragoza, aún es posible encontrar plantas silvestres de *P. americana* como parte de la vegetación natural, cuyas características morfológicas son contrastantes a las variedades criollas cultivadas (Gutiérrez *et al.*, 2009).

the creoles of avocado materials grown in the southern area of the State of Nuevo León, which is an alternative for the diversification of the production and to no longer depend almost exclusively on the variety Plátano Grueso-1.

**Key words:** *Persea americana* Mill., morphological characterization, genetic resources, Creole varieties.

## Introduction

Avocado comes from the mountainous areas of southern and eastern Mexico, and Guatemalan highlands (Williams, 1977), and from there, it has been distributed to the rest of the world (Barrientos and López, 2002). Three breeds are currently known: the Mexican breed (*Persea americana* var. *drymifolia*), the Guatemalan breed (*P. americana* var. *guatemalensis*) and the West Indian breed (*P. americana* var. *americana*). These three can be told apart by their morphological, physiological and planting characteristics (Bergh, 1995; Bergh and Lahav, 1996). Most commercial varieties of avocado are interracial hybrids developed from the exchange of materials between different breeds. In this way, the most important cultivars from subtropical climates, such as 'Hass', 'Bacon' and 'Fuerte', are a product of the crosses between Mexican and Guatemalan breeds, and they have different degrees of hybridization (Newett *et al.*, 2002). In general terms, the Mexican breed includes native varieties with local names, they produce fruit that is consumed and sold locally for the cultivar 'Hass', which is the most widely distributed in the world (Fiedler *et al.*, 1998), and of which Mexico is the world's leading exporter (SAGARPA, 2007).

Finding primitive avocados from the Sierra Madre Oriental in the state of Nuevo León, Mexico, down to Costa Rica, in Central America, supports the hypothesis that claims this is the birthplace of avocado, and probably of all the subgenus *Persea* (Sánchez, 1999a; Sánchez, 2007). In the municipalities of Aramberri and Zaragoza, and quite particularly in the high areas of the Sierra Madre Oriental, where the tributaries of the Río Blanco river are born, in Zaragoza, it is still possible to find wild *P. americana* plants as part of the natural flora, the morphological characteristics of which contrast greatly to the planted Creole varieties (Gutiérrez *et al.*, 2009).

The multiple hybridizations that have occurred in different environments in Mexico and Central America gave rise to the edible avocado. In this way, in the regions of the

Las múltiples hibridaciones ocurridas en diferentes ambientes ecológicos de México y Centroamérica dieron origen al aguacate comestible. Así, en las regiones americanas en donde el aguacate se cultiva desde tiempos precolombinos, la producción proviene de fuentes distintas de árboles nativos o criollos y cultivares selectos reproducidos asexualmente, en los cuales el sabor y los valores nutritivos varían según el tipo ecológico (Mijares y López, 1998). Esta misma situación se presenta en Nuevo León, en donde se cultivan varios materiales nativos o criollos, tanto en sistemas tradicionales de huertos comerciales como de traspatio en los municipios de Sabinas Hidalgo, Bustamante, San Nicolás de los Garza y Monterrey, en la región norte; Santiago, Allende, Rayones, Montemorelos, General Terán, Linares y Hualahuises, en la región centro; Aramberri y Zaragoza, en la región sur. En estos dos últimos municipios existen variantes cultivadas, con características fenológicas y morfológicas contrastantes, tanto en huertas comerciales como de traspatio (Acosta *et al.*, 2009; Gutiérrez *et al.*, 2009). El aguacate posee valiosas propiedades alimenticias por su alto contenido de aceite (de 12 a 30%) y proteína (de 3 a 4%), además de su contenido de hidratos de carbono, vitaminas y minerales. Estas propiedades le confieren grandes posibilidades para el aumento en su consumo en la dieta humana. En los últimos años se ha desarrollado su industrialización en la producción de alimentos, extracción de aceites y productos farmacológicos (Rodríguez, 1992; Kritchevsky *et al.*, 2003; Ortiz *et al.*, 2004).

Los sistemas tradicionales de producción de aguacate nativo en la región sur del estado de Nuevo León son considerados como importantes centros de experimentación, introducción de plantas y mejoramiento empírico, así como refugios de diversidad genética única que albergan genes que aún no han sido estudiados (Gutiérrez *et al.*, 2009). Esta diversidad genética representa un recurso potencial para los programas de mejoramiento genético de *Persea*; sin embargo, en la actualidad es importante considerar la pérdida de la diversidad genética debido a que la tendencia del mejoramiento genético empírico ha sido la obtención y explotación de una sola variedad (Plátano Grueso-1), la cual predomina en la mayoría de las plantaciones comerciales. Esta variedad se caracteriza por presentar un ciclo de inicio de cosecha temprano, a mediados del mes de julio, lo cual limita que su producción se concentre en un período relativamente corto. De acuerdo a los productores de la región, los frutos de dicha variedad reúnen las características que el mercado demanda. Ante

Americas in which avocado has been planted since pre-Columbian times, production comes from different sources of native or Creole trees and selected, asexually-reproduced cultivars, in which flavor and nutritional values vary with the ecological type (Mijares and López, 1998). This situation also occurs in Nuevo León, where various native or Creole materials are planted, both in traditional commercial garden systems and in backyards, such as in the municipalities of Sabinas Hidalgo, Bustamante, San Nicolás de los Garza and Monterrey, in the northern region; Santiago, Allende, Rayones, Montemorelos, General Terán, Linares and Hualahuises, in the central region; Aramberri and Zaragoza, in the southern region. In the two latter municipalities, there are planted variants, with contrasting phenological and morphological characteristics, both in commercial and backyard gardens (Acosta *et al.*, 2009; Gutiérrez *et al.*, 2009). Avocado has valuable nutritional properties due to its high oil content (12 to 30%) and protein (3 to 4%), as well as its carbohydrates, vitamins and minerals. These properties give it important possibilities for its increased consumption in human diets. In recent years, its industrialization has developed in food production, extraction of oils and pharmaceutical products (Rodríguez, 1992; Kritchevsky *et al.*, 2003; Ortiz *et al.*, 2004).

The traditional native avocado production systems in the southern region of the state of Nuevo León are considered important centers of experimentation, introduction of plants and empirical improvement, as well as unique shelters of genetic diversity that contain still unstudied genes (Gutiérrez *et al.*, 2009). This genetic diversity is a potential resource for *Persea* genetic improvement programs; however, nowadays it is very important to consider the loss of genetic diversity, since the tendency of empirical genetic improvement has been obtaining and exploiting only one variety (Plátano Grueso-1), which predominates in most commercial varieties. This variety characteristically presents an early harvest beginning cycle, in mid-June, which limits its production from concentrating in a relatively short period of time. According to local farmers, the fruit of this variety have the characteristics the market demands. Faced with this situation, farmers have expressed an interest in having different harvest beginning cycles, with fruits with similar morphological characteristics to those of Plátano Grueso-1. The use of rootstocks of this or other Creole varieties has been the base of 'Hass' avocado productions in the planted areas of the world. The Creole varieties are also a source of pest- and disease-resistance genes for commercial varieties of avocado (Sánchez, 1999a). Also, the fruits of

esta situación, los productores han externado su interés de contar con variedades de diferentes ciclos de inicio de cosecha, con frutos de características morfológicas similares a Plátano Grueso-1. El uso de portainjertos de ésta u otras variedades criollas ha sido la base de la producción de aguacate 'Hass' en las principales áreas cultivadas en el mundo. Las variedades criollas también es fuente de genes de resistencia a plagas y enfermedades para las variedades comerciales de aguacate (Sánchez, 1999a). Además, el fruto de estas variedades se consume localmente y tiene mucha demanda (Rincón-Hernández *et al.*, 2011). El objetivo de esta investigación fue caracterizar un grupo de variedades criollas de aguacate en la región sur del estado de Nuevo León, mediante caracteres morfológicos de los frutos, que permitan encontrar alternativas para diversificar la producción de aguacate y reducir el uso casi exclusivo de la variedad Plátano Grueso-1.

## Material es y métodos

### Localidad, condiciones agroclimáticas y manejo del cultivo

La investigación se desarrolló durante 2009 en seis huertos comerciales y en un traspatio de aguacate criollo bajo condiciones de riego, en los municipios de Aramberri y Zaragoza (27° 49' latitud norte, 98° 26' longitud oeste y 1 160 msnm), Nuevo León, México. Estos municipios se caracterizan por presentar un clima semiseco (BS), con un régimen de lluvias en verano que varía de 300 a 500 mm anuales de precipitación pluvial (Medina *et al.*, 1998). Los suelos pertenecen a los tipos Xerosol y Rendzinas (FAO, 1989), con afloraciones pedregosas, de textura calcárea, con más de 1 m de profundidad, pH ligeramente alcalino (7.3) y pobres en materia orgánica (1.5%). Todos los huertos son familiares, con la utilización de tecnologías tradicionales de bajo uso de insumos agrícolas, en condiciones de riego por inundación. La distancia entre hileras y entre árboles varía en las huertas; es común la siembra de cultivos como maíz y sorgo, y de frutales como el nogal entre las hileras de los árboles.

### Material genético

Se utilizaron 29 variedades criollas de aguacate, provenientes de seis huertos comerciales y uno de traspatio en los municipios de Aramberri e Ignacio Zaragoza,

these varieties are consumed locally and widely demanded (Rincón-Hernández *et al.*, 2011). The aim of this research was to characterize a group of Creole avocado varieties in the southern region of the state of Nuevo León, using the morphological characteristics of the fruits, that help find alternatives to diversify avocado production and reduce the almost exclusive use of the Plátano Grueso-1 variety.

## Materials and methods

Location, agroclimatic conditions and crop management Research took place during 2009 in six commercial orchards and in a backyard garden of Creole avocado under irrigation, in the municipalities of Aramberri and Zaragoza (27° 49' latitude north, 98° 26' longitude west and 1 160 masl), Nuevo León, Mexico. These municipalities have a characteristic semi-dry (BS), with rains in the summer that vary between 300 and 500 mm yearly (Medina *et al.*, 1998). Soils are types Xerosol and Rendzinas (FAO, 1989), with stony outcrops, calcareous texture, over 1 m deep, slightly alkaline pH (7.3) and poor in organic matter (1.5%). All orchards are owned by families who use traditional technologies, low agricultural inputs, and flood irrigation. Distance between rows and trees varies in the orchards; between the rows of trees it is common to find maize and sorghum plantations, as well as fruit trees or walnut trees.

### Genetic material

Twenty-nine Creole avocado varieties were used, taken from six commercial orchards and one backyard garden in the municipalities of Aramberri and Ignacio Zaragoza, Nuevo León, determined in tours taken in coordination with orchard owners and technical personnel of the Plant Health Program of the Agricultural Development Corporation of the state, during February and March, 2009. These varieties contain the greatest variability of Creole material in the region, which are known by local names (Table 1).

### Physiological maturity and shelf life

The physiological maturity of the fruit was defined by the date in which the first fruits were ready for harvesting (IPGRI, 1995). Shelf life was defined as the number of days after physiological maturity of the fruit, until ripeness for consumption; for this, fruits were placed by the bulk in a cardboard box at a constant temperature of 20 °C.

Nuevo León, determinadas en recorridos realizados en coordinación con propietarios de los huertos y personal técnico del Programa de Sanidad Vegetal de la Corporación para el Desarrollo Agropecuario del estado, durante febrero y marzo de 2009. Estas variedades representan la mayor variabilidad de material criollo en la región, cuales se conocen con nombres locales (Cuadro 1).

### Morphological characteristics of the fruit

Six samples of ripened fruit underwent an evaluation, in which the qualitative characteristics were determined, along with fruit shape and epidermis color. In these samples, the quantitative morphological characteristics were also determined, according to the morphological

**Cuadro 1. Nombre local de las variedades de aguacate criollo seleccionadas en los municipios de Aramberri y Zaragoza, Nuevo León, México.**

**Table 1. Local names for the selected creole avocado varieties in the Municipalities of Aramberri and Zaragoza, Nuevo León, Mexico.**

Nombre local	Municipio	Nombre local	Municipio
Plátano Temprano	A	Tamaulipas	
Plátano Grueso-1 (testigo local)	A	Plátano Grueso-3	Z
María Elena	A	De Peluquería	A
Campeón	A	Salvador	A
Mantequilla	A	Criollo Boleado	A
Calabo	A	Cuerno	A
Huevo de Paloma	A	Criollo Boleado Grande	A
Todo el Año	A	Criollo Boleado muy Grande	A
De agua	A	Hule	A
Criollo-1	A	Pato <sup>§</sup>	A
Plátano Delgado	A	Amarillo <sup>§</sup>	A
Huevo de Toro	Z	Leonor	A
Pahuita	Z	Verde Limón	A
Plátano Grueso-2	Z	Criollo Bola	A
Crema	Z		

A= Aramberri; Z= Zaragoza; <sup>§</sup>Sistema de producción de traspatio.

### Madurez fisiológica y vida de anaquel

La madurez fisiológica del fruto se definió como la fecha en que los primeros frutos estuvieron listos para su cosecha (IPGRI, 1995). La vida de anaquel se determinó como el número de días transcurridos a partir de la madurez fisiológica del fruto hasta madurez de consumo, para lo cual los frutos se colocaron a granel en una caja de cartón a una temperatura constante de 20 °C.

### Características morfológicas del fruto

Se evaluaron seis muestras de frutos madurados, en los cuales visualmente se determinaron las características cualitativas, forma del fruto y el color de la epidermis del fruto. En estas muestras también se determinaron las

descriptors for avocado fruit of the International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 1995): peduncle length, polar diameter and equatorial diameter, in centimeters; fruit weight, mesocarp weight and seed weight, in grams. Later, the proportion mesocarp/fruit was calculated as the quotient between the mesocarp weight and fruit weight.

### Statistical analysis

Shelf life and morphological measures of the fruit, peduncle length, leaf length and width, polar and equatorial diameters of the fruit, fruit weight, mesocarp weight and seed weight, as well as the mesocarp/fruit ratio, all underwent a variance analysis, with the names of varieties as treatments in a completely random



características morfológicas cuantitativas, de acuerdo con los descriptores morfológicos para fruto de aguacate del International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 1995): longitud del pedúnculo, diámetro polar y diámetro ecuatorial, en centímetros; peso del fruto, peso del mesocarpio y peso de semilla, en gramos. Posteriormente se calculó la proporción mesocarpio/fruto como el cociente entre el peso del mesocarpio y el peso del fruto.

### Análisis estadístico

La vida de anaquel y las medidas morfológicas del fruto, longitud del pedúnculo, longitud y ancho de la hoja, diámetro polar y diámetro ecuatorial del fruto, peso del fruto, peso del mesocarpio y peso de semilla, así como la relación mesocarpio/fruto, fueron sometidos a análisis de varianza, con los nombres de las variedades como tratamientos en un diseño experimental completamente al azar con seis repeticiones, con el paquete estadístico MSTATC (Freed *et al.*, 1991). Para la comparación de medias se utilizó la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS) al 0.05 de nivel de significancia.

## Resultados y discusión

### Fecha de madurez fisiológica y vida de anaquel

De acuerdo con la fecha de madurez fisiológica del fruto, las variedades se clasificaron en tres grupos: las de ciclo temprano, con un período del 19 de junio al 15 de julio; las de ciclo intermedio, del 16 de julio al 14 de agosto y las de ciclo tardío, del 8 de octubre al 5 de noviembre (Cuadro 2). El primer grupo se formó por 18 variedades, el segundo por siete variedades y el tercero por cuatro variedades. Del total de las variedades; las de ciclo temprano representan 62%; las de ciclo intermedio 24% y las de ciclo tardío 14%. Todas las variedades de ciclo temprano tienen frutos de color negro, entre las cuales están: Plátano Temprano, Plátano Grueso-1, Plátano Delgado, María Elena y Campeón, entre otras. La mayoría de las variedades de ciclo intermedio son de frutos de color negro y sólo dos son de color verde; las variedades de frutos negros son Plátano Grueso-3, De Peluquería, Hule y Pato y las variedades de frutos verdes son, Huevo de Toro y Plátano Grueso-2. Las variedades de ciclo tardío son de frutos color verde (Mantequilla, Calabo, Pahuita y Crema). El contraste de las variedades de acuerdo a la fecha de madurez fisiológica se observa en la Figura 1.

experimental design, with 6 repetitions, using MSTATC statistical package (Freed *et al.*, 1991). For the comparison of averages, we used the Least Significant Difference Test (DMS) at a 0.05 level of significance.

## Results and discussion

### Date of physiological maturity and shelf life

Depending on the date of physiological maturity of the fruit, varieties were classified into 3 groups: early cycle fruits, with a period between June 19 and July 15; intermediate cycle fruits, from 16 July to 14 August, and late cycle, from 8 October to 5 November (Table 2). The first group was made up of 18 varieties, the second was composed of seven, and the third group, by four. Out the total of varieties, those of early cycle account for 62%; those of intermediate cycle are 24%, and the late cycle varieties, 14%. All the early cycle varieties have black-colored fruits, including: Plátano Temprano, Plátano Grueso-1, Plátano Delgado, María Elena, Campeón, and others. Most intermediate cycle varieties have black-colored fruits and only two are green; the varieties with black fruits are Plátano Grueso-3, De Peluquería, Hule and Pato, and the varieties with green fruits are Huevo de Toro and Plátano Grueso-2. The late cycle varieties are green in color (Mantequilla, Calabo, Pahuita, and Crema). The contrast of the varieties, according to the date of physiological maturity is shown in Figure 1.

In regard to fruit shelf life, varieties can be classified into two groups. In one, we can place varieties with periods ranging from 10.0 to 13.0 days, and in the other group, those with periods ranging from 4.2 to 6.9 days (Table 2). Amongst the varieties with the longest shelf-life values are: Todo el Año, Plátano Delgado, Tamaulipas, De Agua, Plátano Grueso-3, Criollo Bola muy Grande, Hule, local control, Vede Limón, Criollo-1 and Plátano Delgado. In general, the average shelf-life values in this investigation can be considered acceptable for Creole avocados. Although there are no reports in the bibliography for their comparison, values are lower than those reported for unrefrigerated 'Hass' avocados (Sánchez, 1999b).

**Cuadro 2. Fecha de madurez, forma y color del fruto, longitud del pedúnculo y vida de anaquel de 29 variedades criollas de aguacate en la región sur del estado de Nuevo León.**

**Table 2. Date of maturity, fruit shape and color, peduncle length and shelf life for 29 creole avocado varieties in the Southern Region of the State of Nuevo León.**

Nombre local	Fecha de madurez fisiológica†	Fruto		Longitud del pedúnculo (cm)	Vida de anaquel (días)
		Forma	Color		
Plátano Temprano	19/Jun	Ovalada	Negro	6.2	7.2
Plátano Grueso-1	3/Jun	Ovalada	Negro	6.5	10.8
María Elena	19/ Jun	Ovalada	Negro	8.4	8.7
Campeón	15/Jul	Ovalada	Negro	7.0	12.7
Mantequilla	8/Oct	Esférica	Verde	15.7	6.3
Calabo	8/Oct	Alargada	Verde	10.1	8.7
Huevo de Paloma	15/Jul	Ovalada	Negro	9.3	9.5
Todo el Año	15/Jul	Ovalada	Negro	7.5	13.0
De agua	15/Jul	Ovalada	Negro	4.0	12.0
Criollo-1	3/Jul	Ovalada	Negro	3.4	10.2
Plátano Delgado	3/Jul	Alargada	Negro	6.4	10.0
Huevo de Toro	14/Ago	Alargada	Verde	5.3	4.3
Pahuíta	8/Oct	Ovalada	Verde	6.7	8.2
Plátano Grueso-2	14/Ago	Alargada	Verde	4.8	4.5
Crema	8/Oct	Ovalada	Verde	8.7	9.2
Tamaulipas	15/Jul	Ovalada	Negro	4.1	12.5
Plátano Grueso-3	15/Jul	Ovalada	Negro	5.0	12.0
De Peluquería	15/Jul	Ovalada	Negro	6.6	8.2
Salvador	15/Jul	Alargada	Negro	5.4	13.0
Criollo Boleado	19/Jun	Ovalada	Negro	5.4	7.5
Cuerno	19/Jun	Ovalada	Negro	6.1	6.0
Criollo Boleado Grande	3/Jul	Ovalada	Negro	5.8	9.8
Criollo Boleado muy Grande	3/Jul	Ovalada	Negro	6.0	11.3
Hule	29/Jul	Ovalada	Negro	4.9	11.0
Pato	29/Jul	Alargada	Negro	8.2	8.5
Amarillo	3/Jul	Alargada	Amarillo	4.2	6.7
Leonor	15/Jul	Esférica	Negro	3.9	5.5
Verde Limón	15/Jul	Esférica	Verde	5.0	10.7
Criollo Bola	29/Jul	Esférica	Negro	2.5	7.8
Promedio	-----	-----	-----	6.4	9.2
DMS (0.05)	-----	-----	-----	1.02	0.89

†temprano= del 19 de junio al 15 de julio; intermedio= del 16 de julio al 14 de agosto; tardío= del 8 de octubre al 5 de noviembre.

Con relación en la vida de anaquel del fruto, las variedades se pueden clasificar en dos grupos, en uno se ubican las variedades que tienen periodos que varían de 10.0 a 13.0 días y en otro aquellas que tienen periodos que varían de 4.2 a 6.9 días (Cuadro 2). Entre las variedades con los valores de vida de anaquel más alto están: Todo el Año, Plátano Delgado, Tamaulipas, De Agua, Plátano Grueso-3, Criollo Bola muy Grande, Hule, testigo local, Verde Limón, Criollo-1 y Plátano Delgado. En general los valores promedio de vida de anaquel obtenidos en el presente trabajo se pueden considerar como aceptables para aguacates criollos, aún cuando no existen reportes

### Morphological characteristics of the fruit

Materials were classified into three groups, depending on the shape of their fruits: one is composed of 18 varieties with oval-shaped fruits, including: the local control and 17 other varieties, such as: Plátano Temprano, María Elena, Campeón, Huevo de Paloma, Todo el Año, De Agua and Criollo. Another group is composed of four varieties with sphere-shaped fruits: Mantequilla, Verde Limón, Leonor and Criollo Bola. The third group is made up of seven varieties with an elongated shape, such as, Calabo, Plátano Delgado, Huevo de Toro, Plátano Grueso-2, Salvador, Pato and Amarillo (Table 2).

en la literatura para su comparación, los valores son menores que los reportados para el aguacates tipo 'Hass' sin refrigeración (Sánchez, 1999b).

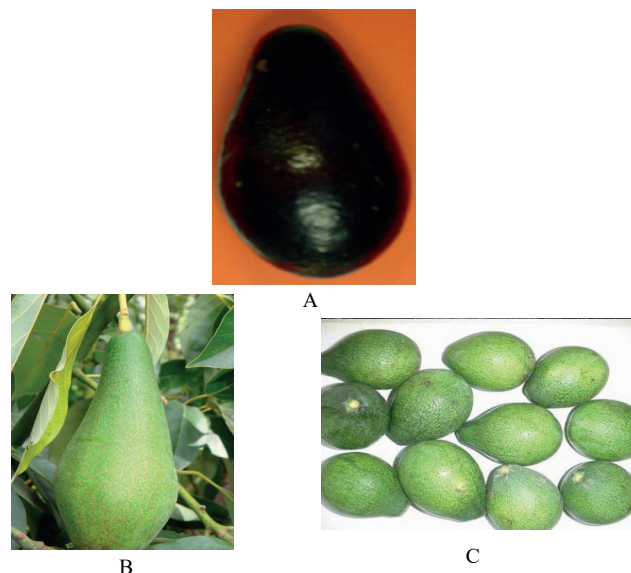
### Características morfológicas del fruto

Por la forma del fruto los materiales se clasificaron en tres grupos: uno está compuesto por 18 variedades con frutos en forma ovalada, en el cual se ubicaron: el testigo local y 17 variedades más, entre las cuales están: Plátano Temprano, María Elena, Campeón, Huevo de Paloma, Todo el Año, De Agua y Criollo. Otro grupo está integrado por cuatro variedades con frutos de forma esférica: Mantequilla, Verde Limón, Leonor y Criollo Bola. El tercer grupo está constituido por siete variedades con frutos alargados como, Calabo, Plátano Delgado, Huevo de Toro, Plátano Grueso-2, Salvador, Pato y Amarillo (Cuadro 2).

De acuerdo con la longitud del pedúnculo los materiales se alinearon en dos grupos, uno integrado por 11 variedades con valores altos que varían entre 6.5 y 15.7 cm, en el cual sobresalen Mantequilla, Calabo, Huevo de Paloma, Crema y María Elena. El otro grupo está conformado por las 18 variedades restantes, con valores relativamente bajos que varían entre 2.5 y 6.4 cm, en el cual se ubicaron: Criollo Bola muy Grande, Criollo-1, Leonor, De Agua y Amarillo, entre otras (Cuadro 2). Los valores promedio de la longitud del pedúnculo en Plátano Temprano, Campeón, Plátano Delgado, Pahuita, De Peluquería, Cuerno y Criollo Boleado muy Grande son muy similares que en la variedad local, Plátano Gruso-1 (6.5 cm).

Se detectaron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre variedades para el diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso del fruto, peso del mesocarpio, peso de la semilla y la proporción mesocarpio/fruto. En general las variedades mostraron variación para las características morfológicas del fruto y la proporción mesocarpio/fruto, lo cual permitió formar diferentes grupos (Cuadro 3).

De acuerdo con el diámetro polar y el diámetro ecuatorial se identificaron dos grupos de materiales, uno con valores altos y otro con valores bajos, en el primero se ubicaron el testigo local y siete variedades más, tales como, Calabo, Criollo-1, Huevo de Toro, Pahuita, Crema, Plátano Grueso-2 y Criollo Boleado muy Grande; mientras que en el segundo grupo se ubicaron las 21 variedades restantes, entre las cuales están: Plátano Temprano, María Elena, Mantequilla, Huevo de Paloma y Todo el Año, entre otras (Cuadro 3).



**Figura 1. Frutos de variedades de aguacate criollo con diferentes fechas de madurez fisiológica. A= variedad María Elena de madurez temprana; B= variedad Huevo de Toro de madurez intermedia; y C= variedad Mantequilla de madurez tardía.**

**Figure 1. Fruits of creole avocado varieties with different dates of physiological maturity. A= variety María Elena, early maturity; B= Huevo de Toro variety, intermediate maturity; and C= Mantequilla variety, late maturity.**

According to the peduncle length, materials were aligned in two groups. One is made up of 11 varieties with high values of 6.5 to 15.7 cm, in which Mantequilla, Calabo, Huevo de Paloma, Crema and María Elena stand out. The other group is made up of the 18 remaining varieties, with relatively low values that vary between 2.5 and 6.4 cm, which included: Criollo Bola muy Grande, Criollo-1, Leonor, De Agua, Amarillo, and others (Table 2). The average values for the length of the peduncle in Plátano Temprano, Campeón, Plátano Delgado, Pahuita, De Peluquería, Cuerno, and Criollo Boleado muy Grande are very similar to that in the local variety, Plátano Gruso-1 (6.5 cm).

Highly significant differences ( $p \leq 0.01$ ) were found between varieties for the polar diameter, equatorial diameter, fruit weight, mesocarp weight, seed weight and mesocarp/fruit ratio. In general, the varieties displayed variation for morphological characteristics of the fruit and the mesocarp/fruit ratio, which helped form different groups (Table 3).

According to polar diameter and equatorial diameter, two groups of materials were identified. One contained high values, and the other, low values. In the first we placed



**Cuadro 3. Características morfológicas del fruto de 29 variedades criollas de aguacate en la región sur del estado de Nuevo León.**  
**Table 3. Morphological characteristics of the fruit of 29 creole avocado varieties in the Southern Region of the State of Nuevo León.**

Nombre local	Diámetro (cm)		Fruto	Peso (g)		Proporción mesocarpio/fruto
	Polar	Ecuatorial		Mesocarpio	Semilla	
Plátano Temprano	10.1	5.2	107.8	83.5	24.3	77
Plátano Grueso-1	10.1	5.4	116.9	86.0	30.9	73
María Elena	9.3	5.0	88.4	60.4	28.0	68
Campeón	9.1	5.2	106.1	70.3	35.8	66
Mantequilla	6.9	4.9	80.6	54.3	26.3	67
Calabo	12.7	6.3	249.4	209.7	39.7	84
Huevo de Paloma	8.7	4.9	100.8	58.4	42.4	57
Todo el Año	9.4	5.2	110.7	71.7	39.0	64
De agua	9.3	5.5	141.3	97.5	43.8	69
Criollo-1	10.7	5.3	125.5	95.5	30.0	76
Plátano Delgado	10.4	4.5	94.1	71.4	22.7	75
Huevo de Toro	11.3	5.6	205.9	148.8	57.1	72
Pahuita	11.7	6.9	283.8	201.9	41.6	71
Plátano Grueso-2	10.8	4.9	140.0	90.4	49.6	64
Crema	13.7	7.3	354.7	280.2	74.6	78
Tamaulipas	9.9	5.1	123.9	76.8	47.1	61
Plátano Grueso-3	10.3	5.4	143.1	104.3	38.8	72
De Peluquería	7.1	4.8	77.6	48.4	29.2	62
Salvador	8.3	4.6	88.0	53.7	34.3	61
Criollo Boleado	8.7	5.4	107.4	73.1	34.3	68
Cuerno	12.3	4.3	84.1	61.1	23.0	72
Criollo Boleado Grande	9.4	5.2	106.8	69.0	37.8	64
Criollo Boleado muy Grande	10.1	5.7	107.5	74.0	33.6	68
Hule	8.7	5.1	76.5	44.8	31.7	58
Pato	14.5	4.8	163.5	141.1	22.4	86
Amarillo	8.7	4.2	48.3	29.3	19.0	60
Leonor	7.4	5.1	73.8	37.3	36.5	50
Verde Limón	4.2	3.4	28.8	15.7	13.1	54
Criollo Bola	6.9	5.8	118.8	79.9	38.9	67
Promedio	9.68	5.21	126.00	89.26	35.36	68
DMS (0.05)	0.09	0.05	1.03	0.99	1.01	1.04

Los valores correspondientes al testigo local (10.1 cm de diámetro polar y 5.4 cm de diámetro ecuatorial) son representativos del tamaño del fruto en el testigo local (Cuadro 3). Se determinó que 12 variedades presentaron frutos de tamaño similar que la variedad testigo local, las cuales están representadas por: Plátano Temprano, María Elena, Campeón, Todo el Año, De Agua, Criollo-1, Plátano Grueso-2, Tamaulipas, Plátano Grueso-3, Criollo Boleado, Criollo Boleado Grande y Criollo Boleado muy Grande. Estos materiales se caracterizan porque tienen la epidermis color negro, excepto Plátano Grueso-3, que tiene la epidermis color verde.

the local control and seven other varieties, such as Calabo, Criollo-1, Huevo de Toro, Pahuita, Crema, Plátano Grueso-2, and Criollo Boleado muy Grande; whereas the second group contained the remaining 21 varieties, including: Plátano Temprano, María Elena, Mantequilla, Huevo de Paloma, and Todo el Año, and others (Table 3).

The values for the local control (10.1 cm for polar diameter and 5.4 cm for equatorial diameter) represent the fruit size for the local control (Table 3). It was established that 12 varieties presented fruits with similar sizes to that of the local control variety, which are represented by: Plátano

Con respecto al peso del fruto y al peso del mesocarpio, se identificaron cuatro grupos de materiales, uno con valores altos, uno con valores intermedios, uno con valores bajos y otro con valores muy bajos (Cuadro 3). En el primer grupo se ubicaron tres variedades con frutos de color verde, tales como: Calabo, Pahuita y Crema. El segundo grupo está formado por 12 variedades con frutos de color negro como: Plátano Temprano, testigo local, Todo el Año, De Agua, Criollo-1, Plátano Grueso-2, Tamaulipas, Plátano Grueso-3, Criollo Boleado, Criollo Boleado Grande, Criollo Boleado muy Grande y Criollo Bola. El tercer grupo está integrado por tres variedades con frutos de color negro: De Peluquería, Salvador y Cuerno. En el cuarto grupo están dos variedades con frutos de diferente color, Amarillo y Verde Limón. Asimismo, existen 9 variedades que no se incluyeron en ninguno de los cuatro grupos anteriores, debido a que solamente poseen una de las dos características morfológicas citadas, tal es el caso de María Elena, Campeón, Mantequilla, Huevo de Paloma, Plátano Delgado, Huevo de Toro, Hule, Pato y Leonor. Es importante señalar que Campeón es una variedad que se caracteriza por presentar valores intermedios de peso del fruto y peso del mesocarpio.

De acuerdo con el peso de la semilla, se identificaron tres grupos de materiales, uno con valores altos, uno con valores intermedios y otro con valores bajos (Cuadro 3). En el primer grupo se ubicaron 13 variedades con valores promedio que varían desde 36.5 hasta 74.6 g, en donde Crema, Huevo de Toro, Plátano Grueso-2 y Pahuita, sobresalieron porque presentaron los valores más altos, así como 9 variedades, entre las cuales están: Tamaulipas, Huevo de Paloma, De Agua y Todo el Año. En el segundo grupo se ubicaron 10 variedades con valores promedio entre 26.3 y 38 gramos, entre las cuales están: el testigo local, Plátano Grueso-1, María Elena y Campeón y Mantequilla, con valores promedio de 30.9 g. En el tercer grupo se encuentran seis variedades con valores promedio entre 13.1 y 24 g, en donde Verde Limón y Amarillo fueron las que presentaron los valores promedio más bajos.

Se observaron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.001$ ) entre variedades para la proporción de peso del mesocarpio sobre peso del fruto (datos no presentados). En general, el peso del mesocarpio fue menor que el del fruto en las 29 variedades de aguacate evaluadas, consecuentemente, la proporción mesocarpio/fruto fue menor que la unidad. Los valores más altos de la proporción mesocarpio/fruto fueron en las variedades Pato, Calabo, Crema, Plátano Temprano, Criollo-1, Criollo Bola, Plátano Delgado, Plátano Grueso-1,

Temprano, María Elena, Campeón, Todo el Año, De Agua, Criollo-1, Plátano Grueso-2, Tamaulipas, Plátano Grueso-3, Criollo Boleado, Criollo Boleado Grande, and Criollo Boleado muy Grande. These materials have a characteristically black-colored epidermis, except for Plátano Grueso-3, which is green.

In regard to fruit weight and mesocarp weight, we identified four groups of materials: one with high values, one with intermediate values, one with low values, and another with very low values (Table 3). In the first group, three varieties were found to have green fruits: Calabo, Pahuita and Crema. The second group was composed of black fruits: Plátano Temprano, local control, Todo el Año, De Agua, Criollo-1, Plátano Grueso-2, Tamaulipas, Plátano Grueso-3, Criollo Boleado, Criollo Boleado Grande, Criollo Boleado muy Grande, and Criollo Bola. The third group is made up of three varieties with black fruits: De Peluquería, Salvador and Cuerno. In the fourth group are two varieties with differently colored fruit, Amarillo and Verde Limón. Likewise, there are 9 varieties that were not included in any of the four previous groups, since they only have one of the mentioned morphological characteristics mentioned; these varieties are María Elena, Campeón, Mantequilla, Huevo de Paloma, Plátano Delgado, Huevo de Toro, Hule, Pato, and Leonor. It is important to point out that Campeón is a variety that has the characteristic of displaying intermediate values for weight of the fruit and of the mesocarp.

According to the seed weight, three groups of materials were identified: one had high values, another had intermediate values, and a last one, low values (Table 3). The first group contained 13 varieties, with average values ranging from 36.5 to 74.6 g, in which Crema, Huevo de Toro, Plátano Grueso-2 and Pahuita stand out due to their highest values; as well as 9 varieties, including Tamaulipas, Huevo de Paloma, De Agua and Todo el Año. In the second group, there were 10 varieties with average values ranging between 26.3 and 38 grams, including the local control, Plátano Grueso-1, María Elena y Campeón, and Mantequilla, with average values of 30.9 g. In the third group there are 6 varieties with average values of 13.1 to 24 g, and in which Verde Limón and Amarillo presented the lowest values.

Highly significant differences ( $p \leq 0.001$ ) were observed between varieties for the mesocarp weight: fruit weight ratio (data not shown). In general, mesocarp weight was less than fruit weight in all 29 evaluated varieties of avocado, and

Huevo de Tora, Plátano Grueso-3, Cuerno, Pahuita y De agua; mientras que los valores más bajos fueron para Leonor, Verde Limón, Huevo de Paloma, Amarillo, Tamaulipas, Salvador y Peluquería, entre otras (Cuadro 3).

Los resultados anteriores sugieren que las variedades mostraron cambios y ajustes en la proporción entre el peso del mesocarpio y el peso del fruto. Las variedades con los valores más altos de la proporción mesocarpio/fruto, representan una alternativa a la variedad testigo local (Plátano Grueso-1) para su establecimiento en futuras huertas comerciales, ya que esto permitiría contar con variedades de ciclos diferentes de madurez fisiológica (temprano, intermedio y tardío), con frutos de diferente color de epidermis (negro y verde) y de diferente forma (ovalada, esférica y alargada), con adaptación a las condiciones agroclimáticas de la región sur del estado de Nuevo León, bajo un sistema de producción tradicional de bajos uso de insumos por parte de los productores de dicha región.

En general los resultados obtenidos en el presente trabajo indican que existe una importante variación entre los materiales criollos de aguacate en la región sur del estado de Nuevo León, con base en las características morfológicas del fruto y coincide con lo reportado por Gutiérrez *et al.* (2009). Además, de contar con un buen número de variedades de madurez fisiológica temprana, con frutos de epidermis color negro y tamaño comercial como la variedad testigo local, existe un número importante de variedades de madurez fisiológica intermedia y de madurez fisiológica tardía, con frutos de epidermis color negro y verde y de tamaño comercial similar a la variedad testigo local, entre los cuales están: Plátano Gueso-2, Hule, Huevo de Toro, Mantequilla, Calabo y Pahuita. Los materiales Plátano Grueso-2 y Crema, no se incluyeron en dicho grupo debido a que presentan problemas de diferente origen, el primero es susceptible a la roña del aguacate (*Spaceloma perseae* Jenkins). Esta enfermedad está confinada a la superficie de la cáscara de la fruta sin dañar la pulpa, aunque puede deformar la fruta o disminuir su tamaño, así como afectar su apariencia. Por su parte la variedad Crema, aún cuando tiene frutos muy grandes, presenta muy pocos frutos por árbol.

La diferenciación de materiales de aguacate con base en las características morfológica del fruto presenta varias limitaciones, ya que el fruto es una característica que no ayuda a diferenciar entre formas silvestres y cultivadas de plantas, debido a que los árboles producen frutos de

consequently, the mesocarp/fruit ratio was lower than the unit. The highest values of the mesocarp/fruit ratio were in varieties Pato, Calabo, Crema, Plátano Temprano, Criollo-1, Criollo Bola, Plátano Delgado, Plátano Grueso-1, Huevo de Tora, Plátano Grueso-3, Cuerno, Pahuita, and De agua; whereas the lowest values were for Leonor, Verde Limón, Huevo de Paloma, Amarillo, Tamaulipas, Salvador, and Peluquería, amongst others (Table 3).

These results suggest that the varieties showed changes and adjustments in the proportion between mesocarp weight and fruit weight. The varieties with the highest values for the mesocarp/fruit ratio are an alternative to the local control variety (Plátano Grueso-1) for its use in future commercial orchards, since that would provide varieties of different physiological maturity cycles (early, intermediate and late), with fruits with different epidermis colors (black and green) and different shapes (oval, spherical, and elongated), adapted to agroclimatic conditions of the southern region of Nuevo León, under a traditional, low-input system by farmers of this area.

In general, this work's results indicate there is an important variation between Creole avocado materials from southern Nuevo León, based on the fruit's morphological characteristics, and agrees with Gutiérrez *et al.* (2009). Not only is there an important number of varieties with early physiological maturity, with black epidermises and the commercial size like that of the local control variety. There is also an important number of varieties of intermediate and late physiological maturities, with black-and green-colored epidermises, and of a similar size to the local control variety, including: Plátano Gueso-2, Hule, Huevo de Toro, Mantequilla, Calabo, and Pahuita. Plátano Gueso-2 and Crema were not included in this group due to their problems with different causes, the first of which is susceptibility to avocado rust (*Spaceloma perseae* Jenkins). This disease is confined to the surface of the fruit's skin, without damaging the pulp, although it could deform the fruit or reduce its size, as well as affecting its look. On the other hand, the variety Crema, although it has large fruits, has few fruits in every tree.

The differentiation of avocado materials based on the morphological characteristics of the fruit presents various limitations, since the fruit is a feature that does not help differentiate between wild and harvested plants, because the tree produce different-sized fruits (Gutiérrez *et al.*, 2009; Gama-Campillo y Gómez-Pompa, 1992; Rodríguez

diferentes tamaños (Gama-Campillo y Gómez-Pompa, 1992; Rodríguez *et al.*, 2003; Gutiérrez *et al.*, 2009). Sin embargo, en este trabajo se definieron tres grupos de materiales con base en la fecha de madurez fisiológica de los frutos, coincidiendo con lo reportado por Almeyda León y Acosta Díaz (2007), quienes no pudieron diferenciar mediante la técnica de RAPD's todos los materiales colectados en los municipios de Aramberri y Rayones, N. L., pero si observaron su tendencia de agruparse por localidad y de acuerdo al tipo de fruto.

## Conclusiones

De las 29 variedades criollas de aguacate evaluadas en el estudio, 17 presentaron características morfológicas de fruto sobresalientes y se integraron en tres grupos contrastantes de acuerdo a su período de madurez fisiológica. Lo anterior representa una alternativa para los productores de la región sur del estado de Nuevo León, México, ya que estos materiales cumplen las expectativas de manejo y de los requerimientos del mercado estatal, lo cual puede contribuir a diversificar la producción de aguacate criollo en dicha región, mediante una planeación ordenada de las huertas con base en los periodos de madurez fisiológica y evitar la dependencia casi exclusiva de la producción con la variedad Plátano Gueso-1.

## Literatura citada

- Acosta-Díaz, E.; Hernández-Torres, I. y Almeyda-León, I. H. 2009. Variación morfológica de frutos de aguacate criollo en el sur de Nuevo León, México. Cueto, W. J. A.; Prieto, R. J. A. y Macías, G. L. V. (Comp.). IV Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. Saltillo, Coahuila. México. 76 p.
- Almeyda-León, I. H. y Acosta-Díaz, E. 2007. Caracterización molecular de aguacate criollo de Nuevo León. Memorias del XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. Zacatecas, Zacatecas. México. 40 p.
- Barrientos, P. A. F. y López, L. L. 2002. Historia y genética del aguacate. Memoria 2002 de la Fundación Salvador Sánchez Colín. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. Coatepec de Harinas, México. 100-121 pp.

*et al.*, 2003). However, in this investigation, three groups of materials were defined, based on the date of physiological maturity, which coincides with reports by Almeyda León and Acosta Díaz (2007), who could not differentiate between all materials gathered in the municipalities of Aramberri and Rayones, Nuevo León, using RAPD's technique, although they could observe the tendency to cluster by location and according to the type of fruit.

## Conclusions

Out of the 29 Creole avocado varieties evaluated in this study, 17 presented outstanding fruit morphology characteristics, and they were paced into three contrasting groups, according to their period of physiological maturity. This is an alternative for farmers in southern Nuevo León, Mexico, since these materials fulfill the expectations for management and of state market requirements, which may contribute in diversifying the Creole avocado production in this area, by means of an orderly planning of orchards, based on the periods of physiological maturity, and avoiding an almost exclusive dependance on the production of the variety Plátano Gueso-1.

*End of the English version*



- Bergh, B. O. 1995. Avocado. *In*: Smartt, J. and Simmonds, N. W. (Eds). Evolution of crop plants. Longman Scientific and Technical. 240-245 pp.
- Bergh, B. O. and Lahav, E. 1996. Avocados. *In*: Janick, J. and Moore, J. N. (Eds). Fruit breeding. Vol. 1. Tree and tropical fruits. John Wiley and Sons. 113-166 pp.
- Food and Agricultural Organization (FAO). 1989. Carte mondiale des sols. Légende Révisée. Rapport sur les ressources en sols du monde 60. FAO-UNESCO. Rome, Italie. 125 pp.
- Fiedler, J.; Bufler, G. and Bangerth, F. 1998. Genetic relationships of avocado (*Persea americana* Mill.) using RAPD markers. *Euphytica* 101:249-255.
- Freed, R.; Eisensmith, S. P.; Goetz, S.; Reicosky, U. D.; Small, W. and Wolberg, P. 1991. User's guide to MSTATC. A Software Program for the Design, Management and Analysis of Agronomic Research Experiments. Michigan State University, East Lansing, Michigan.

- Gama-Campillo, L. and Gómez-Pomp, A. 1992. An ethnoecological approach for the study of *Persea*: a case study in the maya area. *In*: Proc. of II world avocado congress. Opening Session Conference. California, USA 1991. 1:11-17.
- Gutiérrez, D. A.; Martínez, de la C. J.; García, Z. E. A.; Iracheta, D. L.; Ocampo, M. J. D. y Cerda, H. I. M. 2009. Estudio de la diversidad genética del aguacate en Nuevo León, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 32(1):9-18.
- International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). 1995. Descriptors for avocado (*Persea* spp.). International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. 52 p.
- Kritchevsky, D.; Tepper, S. A.; Wright, S.; Czarnecki, S. K.; Wilson, T. A. and Nicolosi, R. J. 2003. Cholesterol Vehicle in experimental atherosclerosis 24: avocado oil. *J. Amer. Collage of Nutrition.* 22(1):52-55.
- Medina, G. G.; Ruiz, C. J. A. y Martínez, P. R. A. 1998. Los climas de México. Una estratificación ambiental basada en el componente climático. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Secretaría de Ganadería y Agricultura. Guadalajara, Jalisco, México. (Libro técnico Núm. 1). 22 pp.
- Mijares, O. P. y López, L. L. 1998. Variedades de aguacate y su producción en México. Departamento de Fitotecnia. Memoria 1998 de la Fundación Salvador Sánchez Colín. Centro de Investigaciones y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. Coatepec de Harinas. México. 88-99 pp.
- Newett, S. D. E.; Crandy, J. H. and Balerdi, C. F. 2002. Cultivars and rootstocks. *In*: Wiley, A. W.; Schaffer, B. and Wolstenholme, B. N. (Eds.). Avocado: botany, production and uses. CAB Publishing. 161-187 pp.
- Ortiz, M.; Dorantes, A. L.; Galldnez, M. J. and Cárdenas, E. 2004. Effect of a novel oil extraction method on avocado (*Persea americana* Mill) pulp microstructure. *Plant Foods for Human Nutrition* 59:11-14.
- Rincón-Hernández, C. A.; Sánchez-Pérez, J. de la L. y Espinosa-García, F. J. 2011. Caracterización química foliar de los árboles de aguacate criollo (*Persea americana* var. *drymifolia*) en los bancos de germoplasma de Michoacán, México. *Rev. Mex. Biodiversidad.* 82(2):395-412.
- Rodríguez, S. F. 1992. El aguacate. SAGAR-INIFAP. 1996. Programa Nacional de Investigación de Aguacate. Grupo interdisciplinario de aguacate (GIA). En el Campo Experimental de Uruapan. Michoacán, México. Documento interno. A. G. T. Editor S. A. México, D. F. 167 p.
- Rodríguez, N. N.; Rhode, W.; González-Arencia, C.; Ramírez-Pérez, I. M.; Fuentes-Lorenzo, J. L.; Román-Gutiérrez, M. A.; Xiqués-Martín; Becker, D. y Velásquez-Palenzuela, J. B. 2003. Caracterización morfológica, bioquímica y molecular de cultivares de aguacatero (*Persea americana* Mill.) en Cuba. *In*: Proc. V world avocado congress. Research Conference. Granada-Málaga, Spain. 19-24 october. 1:47-53.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2007 [http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar\\_comdeagr.html](http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comdeagr.html).
- Sánchez, P. J. de la L. 1999a. Recursos genéticos de aguacate (*Persea americana* Mill.) y especies afines en México. *Rev. Chapingo S. Hort.* 5:7-18.
- Sánchez, P. J. de la L. 1999b. Manejo poscosecha del aguacate. Boletín de la Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate de Uruapan, Michoacán. México. 4 p.
- Sánchez, P. J. de la L. 2007. Identificación de marcadores asociados a la resistencia de aguacate raza mexicana (*Persea americana* Mill. var *drymifolia*) al oomiceto *Phytophthora cinnamomi* Rands. Tesis de Doctorado. UMSNH. Morelia, Michoacán, México. 106 p.
- Williams, L. O. 1977. The avocados, a synopsis of the genus *Persea* subg. *Persea*. *Econ. Bot.* 31:315-320.