

Evaluación de aguacates criollos en Nuevo León, México: región norte*

Evaluation of native avocados in the northern region of Nuevo León, Mexico

Efraín Acosta Díaz¹, Isidro Humberto Almeyda León^{1§} e Ismael Hernández Torres¹

¹Campo Experimental General Terán- INIFAP. Carretera Montemorelos-China, km 31. General Terán, Nuevo León. C. P. 76400. A.P. 3. (almeyda.isidro@inifap.gob.mx), (hernandez.ismael@inifap.gob.mx). [§]Autor para correspondencia: acosta.efrain@inifap.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 la región norte se cultivan variedades criollas en huertos comerciales y en traspatios, predominando la utilización de las variedades Pepe y Negro Santos (variedades locales). Estas variedades se caracterizan por presentar un ciclo intermedio y tardío respectivamente de acuerdo a la época de cosecha, lo cual limita que la producción en esa región se concentre en un período relativamente corto. El objetivo de esta investigación fue caracterizar un grupo de variedades criollas de aguacate en la región norte del estado de Nuevo León mediante caracteres morfológicos de los frutos. Se utilizaron 19 variedades incluyendo las variedades Pepe y Negro Santos (testigos locales), presentes en dos huertas comerciales en los municipios de Sabinas Hidalgo y Bustamante, Nuevo León. Se determinaron siete materiales con características morfológicas similares que las variedades Pepe y Negro Santos, las cuales se clasificaron en cuatro grupos. El primer grupo está formado por una variedad con características del fruto similares a la variedad Pepe y período temprano en la época de cosecha. El segundo grupo está integrado por cuatro variedades con características del fruto similares a las variedades Pepe y Negro Santos y período intermedio en la época de cosecha. El tercer grupo está constituido por una variedad

Abstract

The state of Nuevo León, Mexico, is part of the center of origin of the Mexican race of avocado (*Persea americana* Mill var. *drymifolia*). Avocado landraces are grown in the northern region, in commercial orchards and backyards, predominantly using the Pepe and Negro Santos varieties (local varieties). These varieties are characterized by having an intermediate and delayed cycle, respectively, according to the harvest season, which restricts the production of avocado in that region to a relatively short period. The purpose of this study was to characterize a group of native varieties of avocado from the northern region of the state of Nuevo León through the morphological characters of the fruits. We used 19 varieties, including the varieties Pepe and Negro Santos (local controls), present in two commercial orchards in the municipalities of Sabinas Hidalgo and Bustamante, Nuevo León. We determined seven materials with similar morphological characteristics to the varieties Pepe and Negro Santos and classified them into four groups. The first group consisted of a variety of fruit with characteristics similar to the Pepe variety and an early harvest period. The second group consisted of four fruit varieties with characteristics similar to the Pepe and Negro Santos varieties and an intermediate harvest period. The third group consisted of a variety with different fruit characteristics from the Pepe and Negro Santos varieties, an intermediate harvest period and green fruits. The fourth group consisted of a variety with fruit characteristics similar to the Pepe and Negro Santos varieties,

* Recibido: julio de 2012
Aceptado: marzo de 2013

con características del fruto diferente a las variedades Pepe y Negro Santos, período intermedio a la época de cosecha y los frutos son de color verde. El cuarto grupo está integrado por una variedad con características del fruto similares a las variedades Pepe y Negro Santos, con un período tardío a la época de cosecha. Los resultados obtenidos sugieren que existe una amplia variación en los materiales criollos de aguacate cultivados en la región norte del estado de Nuevo León, lo cual se constituye como una alternativa para diversificar la producción y no depender exclusivamente de las variedades Pepe y Negro Santos.

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 Pérez, 1999a; Sánchez Pérez, 2007). En los municipios de Aramberri y Zaragoza, y muy

with a late harvest period. The results suggest that there is a wide variation in the avocado landraces grown in the northern region of the state of Nuevo León, which allows the opportunity to diversify the production and not rely solely on the Pepe and Negro Santos varieties.

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

Introduction

The avocado is native to the mountainous areas of central and eastern Mexico, and to the highlands of Guatemala (Williams, 1977), from where it is distributed to the rest of the world (Barrientos and López, 2002). Three races are currently recognized: Mexican (*Persea americana* var. *drymifolia*), Guatemalan (*P. americana* var. *guatemalensis*) and Antillean (*P. americana* var. *americana*). These three races can be differentiated on the basis of their morphological, physiological and culture characteristics (Bergh, 1995; Bergh and Lahav, 1996). Most commercial varieties of avocado are interracial hybrids developed from the exchange of materials between the different races. Thus, the most important subtropical cultivars such as 'Hass', 'Bacon' and 'Fuerte', are the result of crosses between the Mexican and Guatemalan races and have different degrees of hybridization (Newett *et al.*, 2002).

In general, the Mexican race includes native varieties with local names, produces fruits that are consumed and sold locally, and that are also used as scions for the 'Hass' cultivar, the most widespread variety in the world (Fiedler *et al.*, 1998), of which Mexico is the largest exporter worldwide (SAGARPA, 2007). The findings of primitive avocados from the Sierra Madre Oriental in the state of Nuevo León, Mexico, to Costa Rica in Central America, support the hypothesis that this is the center of origin of avocado and probably of the entire subgenus *Persea* (Sánchez- Pérez, 1999a; Sánchez-Pérez, 2007). In the municipalities of Aramberri and Zaragoza, and particularly in the higher parts of the Sierra Madre Oriental, where the tributaries of the Río Blanco are born in Zaragoza, it is still possible to find wild plants of *P. americana* as part of the natural vegetation, the morphological characteristics of which contrast with the cultivated landraces (Gutiérrez *et al.*, 2009).

The multiple hybridizations occurred in different ecological environments in Mexico and Central America originated the edible avocado. Thus, in the American regions where

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).

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 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). Ésta 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 dos variedades (Pepe y

avocados are grown from pre-Columbian times, they are produced from sources other than native trees or landraces and select cultivars propagated asexually, in which the taste and nutritional values vary depending on the ecological type (Mijares and López, 1998). The same situation occurs in Nuevo León, where various native materials or landraces are grown, both within traditional systems of commercial orchards and backyard gardens 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 latter two municipalities there are cultivated variants with contrasting phenological and morphological characteristics, both in commercial orchards and backyard gardens (Acosta *et al.*, 2009; Gutiérrez *et al.*, 2009).

The avocado fruit has valuable nutritional properties because of its high oil (12 to 30%) and protein (3 to 4%) content, in addition to its content of carbohydrates, vitamins and minerals. These properties give it great potential for its increased consumption in the human diet. The industrialization of avocado production has been developed in recent years for food production, extraction of oils and for its use in pharmacological products (Rodríguez, 1992; Kritchevsky *et al.*, 2003; Ortiz *et al.*, 2004).

Traditional systems of native avocado production are considered important centers of experimentation, plant introduction and empirical improvement, and also refuges of unique genetic diversity containing genes that have not yet been studied (Gutiérrez *et al.*, 2009). This genetic diversity represents a potential resource for breeding programs of *Persea*; however, nowadays it is important to consider the loss of genetic diversity caused by the tendency of breeding to produce and exploit only two varieties (Pepe and Negro Santos), which predominate in most commercial plantations in the northern region of the state of Nuevo León.

These varieties are characterized by having an intermediate and a late harvest cycle, respectively, which restricts their production to a relatively short period. According to local producers, the fruits of these varieties have the characteristics that the market demands. They have, therefore, expressed their interest in being able to count on a greater number of varieties with different harvest cycles but with fruit characteristics similar to those of the Pepe and Negro Santos varieties. The use of rootstocks from these and other landraces has been the basis for the production of the 'Hass' avocado

Negro Santos), las cuales predominan en la mayoría de las plantaciones comerciales en la región norte del estado de Nuevo León.

Estas variedades se caracterizan por presentar un ciclo de inicio de cosecha intermedio y tardío, respectivamente, lo cual limita que su producción se concentre en un periodo relativamente corto. De acuerdo con los productores de la región, los frutos de dichas variedades reúnen las características que el mercado demanda. Ante esta situación, los productores han externado su interés de contar con un mayor número de variedades de diferentes ciclos de inicio de cosecha, con frutos de características morfológicas similares a Pepe y Negro Santos. El uso de portainjertos de éstas 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 son fuente de genes de resistencia a plagas y enfermedades para las variedades comerciales de aguacate, además, el fruto de estas variedades se consumen localmente y tiene mucha demanda (Sánchez-Pérez, 1999a).

El objetivo de esta investigación fue caracterizar un grupo de variedades criollas de aguacate en la región norte 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 las variedades Pepe y Negro Santos.

Materiales y métodos

Localidad, condiciones agroclimáticas y manejo del cultivo

La investigación se desarrolló durante 2010 en dos huertos comerciales de aguacate criollo establecidos en condiciones de riego, en los municipios de Sabinas Hidalgo (26° 29' 59" latitud norte, 100° 9' 48" longitud oeste y 313 msnm) y Bustamante (26° 31' 30" latitud norte, 100° 28' 24" longitud oeste y 425 msnm), en los municipios de Sabinas Hidalgo y Bustamante, respectivamente, Nuevo León, México. Estos municipios se caracterizan por presentar un clima estepario semiseco (BS1), con un régimen de lluvias en verano que varía de 300 a 500 mm anuales (Medina García *et al.*, 1998). Los suelos pertenecen al tipo Xerosol (FAO, 1989), de textura franco arcillosa, con más de 1 m de profundidad, pH ligeramente alcalino (7.3) y pobres en materia orgánica (1.5%). Los huertos son familiares, con la utilización de

that is grown in the main areas under avocado cultivation in the world. Landraces are also a source of genes for resistance to pests and diseases for commercial varieties of avocado; furthermore, the fruit of these varieties is consumed locally and is in high demand (Sánchez- Pérez, 1999a).

The aim of this study was to characterize a group of native varieties of avocado in the northern region of the state of Nuevo León through the morphological characters of fruits, with the intention of finding alternative varieties that can be used to diversify the production of avocado and reduce the almost exclusive use of the Pepe and Negro Santos varieties.

Materials and methods

Location, agro-climatic conditions and crop management

The research was conducted during 2010 in two commercial orchards of native avocado under irrigated conditions in the towns of Sabinas Hidalgo (26° 29' 59" N, 100° 9' 48" W and 313 masl) and Bustamante (26° 31' 30" N, 100° 28' 24" W and 425 masl), in the municipalities of Sabinas Hidalgo and Bustamante, respectively, Nuevo Leon, Mexico. These municipalities are characterized by having a semi-dry steppe climate (BS1), with summer rainfall ranging from 300 to 500 mm annually (Medina *et al.*, 1998). The soils belong to the Xerosol type (FAO, 1989) of clay loam texture, more than 1 m deep, slightly alkaline pH (7.3) and poor in organic matter (1.5%). The orchards are managed by family units, using traditional technologies, few farm inputs and flood irrigation. The distance between rows and between trees varies in the orchards.

Genetic material

19 avocado landraces were used from two commercial orchards in the municipalities of Sabinas Hidalgo and Bustamante, Nuevo Leon, chosen while visiting the zone in coordination with owners of orchards and technical staff of the Department of Agricultural Development (DDA) of the Municipal Governments, from February to March 2010. These varieties represent the greater variability of native material in the north of the state, which are known by local names (Table 1).

Harvest time and shelf life

The harvest season was defined based on the date when the first fruits were ready for harvest (IPGRI, 1995). The shelf life was determined as the number of days from

tecnologías tradiciones de bajo uso de insumos agrícolas, en condiciones de riego por inundación. La distancia entre hileras y entre árboles varía en los huertos.

Material genético

Se utilizaron 19 variedades criollas de aguacate, provenientes de dos huertos comerciales, en los municipios de Sabinas Hidalgo y Bustamante, Nuevo León, determinadas en recorridos realizados en coordinación con propietarios de los huertos y personal técnico de la Dirección de Desarrollo Agropecuario (DDA) de las Presidencias Municipales, durante febrero y marzo de 2010. Estas variedades representan la mayor variabilidad de material criollo en la región norte del estado, las cuales se conocen con nombres locales (Cuadro 1).

Época de cosecha y vida de anaquel

La época de cosecha fue definida con base en 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 época de cosecha 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.

Cuadro 1. Nombre local de las variedades de aguacate criollo seleccionadas en los municipios de Sabinas Hidalgo y Bustamante, Nuevo León, México.

Table 1. Local name of the selected native varieties of avocado in the municipalities of Sabinas Hidalgo and Bustamante, Nuevo León, Mexico.

Nombre local	Municipio	Nombre local	Municipio
Anita	SH	Rodríguez	SH
Pepe	SH	Pecoso	SH
Floreño	SH	Pila	SH
Blanquito	SH	Salazareño	SH
Fosa	SH	Negro Santos	B
Cuervo	SH	Especial	B
Pera	SH	Criollo-1	B
Verde Pérez	SH	Criollo-2	B
Sabroso	SH	Criollo-3	B
Chapeño	SH		

SH= Sabinas Hidalgo; B= Bustamante.

Características morfológicas del fruto

Se evaluaron seis muestras de frutos maduros, en los cuales de manera visual se determinaron las características cualitativas, forma del fruto y el color de la epidermis del fruto. En éstas muestras también se determinaron las

the time of harvest of the fruit to ripeness, for which the fruits were placed in bulk in a cardboard box at a constant temperature of 20 °C.

Morphological characteristics of the fruit

Six samples of ripe fruits were evaluated; the qualitative characteristics, fruit shape and color of the fruit epidermis, were determined visually. The quantitative morphological characteristics of these samples were determined according to the morphological descriptors for avocado fruit of the International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 1995): peduncle length, polar diameter and equatorial diameter in centimeters; weight of fruit mesocarp and seed weight in grams. We then calculated the proportion between mesocarp fruit as the ratio of the weight of the mesocarp and the weight of the fruit.

Statistical analysis

The shelf life and the morphological measurements of the fruit, peduncle length, length and width of the leaf, polar diameter and equatorial diameter of the fruit, fruit weight, mesocarp weight and seed weight, as well as the mesocarp/

fruit ratio, all were subjected to analysis of variance, using the names of the varieties as treatments in a completely randomized design with six replicates using the statistical package MSTATC (Freed *et al.*, 1991). The least significant difference test (LSD) was used for comparing the means, at a level of significance of 0.05.

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 época de cosecha, las variedades se clasificaron en tres grupos: las de ciclo temprano, con la época de cosecha durante el mes de julio; las de ciclo intermedio, con la época de cosecha durante los meses de agosto y septiembre y las de ciclo tardío, con la época de cosecha del 15 de octubre al 30 de noviembre (Cuadro 2). El primer grupo se formó con una variedad, el segundo con 16 variedades y el tercero con dos variedades. Del total de las variedades, las de ciclo temprano representan 5%, las de ciclo intermedio 84%, y las de ciclo tardío 11%. La variedad de ciclo temprano (Floreño) tiene frutos de color negro. La mayoría de las variedades de época de cosecha intermedio tienen frutos de color negro y sólo cuatro son de color verde; las variedades de frutos negros son Anita, Pepe, Fosa, Cuervo, Sabroso, Chapeño, Rodríguez, Pila, Especial, Criollo-1 y Criollo-2 y las variedades de frutos verdes son Blanquito, Pera, Verde Pérez y Pecoso. Las variedades de época de cosecha tardío son de frutos color negro (Salazareño y Negro Santos). El contraste de las variedades de acuerdo a la época de cosecha se observa en la Figura 1.

Results and discussion

Physiological maturity date and shelf life

The varieties were classified into three groups according to the harvest season: those with an early cycle, with the harvest season during the month of July; those with an intermediate cycle, with the harvest season during the months of August and September, and those with a late cycle, with the harvest season from October 15 to November 30 (Table 2). The first group comprised a single variety, the second one 16 varieties and the third 2 varieties. Of all the varieties, those with an early cycle represent 5%, with an intermediate cycle 84%, and with a late cycle 11%. The early cycle variety (Floreño) has black colored fruits. Most varieties with an intermediate harvest cycle have black colored fruits, only four are green; the black fruit varieties are Anita, Pepe, Fosa, Cuervo, Sabroso, Chapeño, Rodríguez, Pila, Especial Criollo-1 and Criollo-2; the green fruit varieties are Blanquito, Pera, Verde Pérez and Pecoso. The varieties with a late harvest time have black colored fruits (Salazareño and Negro Santos). The contrast between the varieties grouped according to the harvest season is shown in Figure 1.



Figura 1. Frutos de variedades de aguacate criollo con diferentes fechas de madurez fisiológica. A= variedad Floreño con época de cosecha temprana; B= variedad Pepe con época de cosecha intermedia; y C=variedad Negro Santo con época de cosecha tardía.

Figure 1. Fruits of native avocado varieties with different dates of physiological maturity. A= Floreño variety with early harvest time, B= Pepe variety with intermediate harvest time, and C= Negro Santos variety with late harvest time.

Con relación a la vida de anaquel del fruto, las variedades se pueden clasificar en dos grupos, en uno se ubican las variedades que tienen valores altos que varían de 10.3 a 11 días y en otro aquellas que tienen valores bajos que varían de 4.0 a 6.3 días (Cuadro 2). Entre las variedades con los valores de vida de anaquel más altos están: Criollo-1, testigo local Pepe, Blanquito, Fosa, Cuervo, Pera, Sabroso, Chapeño, Pecoso, Pila y Criollo-2. En general los valores promedio de vida de anaquel obtenidos en el presente trabajo se pueden considerar como aceptables para aguacates criollos, aun cuando no existen reportes en la literatura para su comparación, los valores son menores que los reportados para los aguacates tipo 'Hass' bajo condiciones sin refrigeración (Sánchez, Pérez, 1999b).

Características morfológicas del fruto

Por la forma del fruto los materiales se clasificaron en tres grupos: uno está compuesto por 10 variedades con frutos ovalados, en el cual se ubicó el testigo local Negro Santos y ocho variedades más, Anita, Fosa, Verde Pérez, Rodríguez, Salazareño, Especial, Criollo-1 y Criollo-3. Otro grupo está integrado por ocho variedades con frutos esféricos, Floreño, Blanquito, Pera, Sabroso, Chapeño, Pecoso, Pila y Criollo-2. El otro grupo está formado dos variedades con frutos alargados, el testigo local Pepe y Cuervo (Cuadro 2).

With regard to the shelf life of the fruit, the varieties can be classified into two groups; one comprised the varieties that have high values ranging from 10.3 to 11 days, and the other those with low values ranging from 4 to 6.3 days (Table 2). Among the varieties with higher values of shelf life are: Criollo-1, local control Pepe, Blanquito, Fosa, Cuervo, Pera, Sabroso, Chapeño, Pecoso, Pila and Criollo-2. Overall, the average values of shelf life obtained in this work can be seen as acceptable for native avocados, although there are no reports in the literature for comparison; the values are lower than those reported for 'Hass' avocados under non-refrigerated conditions (Sánchez-Pérez, 1999b).

Morphological characteristics of the fruit

The materials were classified by the shape of the fruit into three groups: one composed of 10 varieties with oval fruits, which included the local control Negro Santos and eight other varieties: Anita, Fosa, Verde Pérez, Rodríguez, Salazareño, Especial, Criollo-1 and Criollo-3. Another group consisted of eight varieties with spherical fruits: Floreño, Blanquito, Pera, Sabroso, Chapeño, Pecoso, Pila and Criollo-2. The other group consisted of two varieties with elongated fruits, the local control Pepe and Cuervo (Table 2).

Cuadro 2. Época de cosecha forma y color del fruto, longitud del pedúnculo y vida de anaquel de 19 variedades criollas de aguacate en la región norte del estado de Nuevo León.

Table 2. Harvest time, shape and color of the fruit, peduncle length and shelf life of 19 native varieties of avocado in the northern region of the state of Nuevo León.

Nombre local	Época de cosecha †	Fruto		Longitud del pedúnculo (cm)	Vida de anaquel (días)
		Forma	Color		
Anita	15-Ago.	Ovalada	Negro	5.0	5.0
Pepe	16-Ago.	Alargada	Negro	6.8	11.0
Floreño	01-Jul.	Esférica	Negro	3.3	5.5
Blanquito	01-Ago.	Esférica	Verde	6.0	11.0
Fosa	15-Ago.	Ovalada	Negro	4.4	11.0
Cuervo	01-Ago.	Alargada	Negro	8.5	11.0
Pera	01-Ago.	Esférica	Verde	3.5	11.0
Verde Pérez	01-Ago.	Ovalada	Verde	4.4	11.0
Sabroso	01-Ago.	Esférica	Negro	6.5	11.0
Chapeño	01-Ago.	Esférica	Negro	4.9	11.0
Rodríguez	01-Sep.	Ovalada	Negro	4.5	4.0
Pecoso	17-Ago.	Esférica	Verde	5.3	11.0
Pila	17-Ago.	Esférica	Negro	6.3	11.0
Salazareño	15-Oct.	Ovalada	Negro	9.0	6.0

†temprana = durante el mes de julio; intermedio = durante los meses de agosto y septiembre; tardía = durante los meses de octubre y noviembre.

Cuadro 2. Época de cosecha forma y color del fruto, longitud del pedúnculo y vida de anaquel de 19 variedades criollas de aguacate en la región norte del estado de Nuevo León (Continuación).

Table 2. Harvest time, shape and color of the fruit, peduncle length and shelf life of 19 native varieties of avocado in the northern region of the state of Nuevo León (Continuation).

Nombre local	Época de cosecha †	Fruto		Longitud del pedúnculo (cm)	Vida de anaquel (días)
		Forma	Color		
Negro Santos	15-Nov.	Ovalada	Negro	6.2	4.5
Especial	24-Ago.	Ovalada	Negro	6.7	4.8
Criollo-1	25-Ago.	Ovalada	Negro	7.2	13.0
Criollo-2	25-Ago.	Esférica	Negro	3.9	10.3
Criollo-3	01-Sep.	Ovalada	Negro	7.0	6.1
Promedio	-----	-----	-----	5.8	8.5
DMS (0.05)	-----	-----	-----	0.94	0.19

†temprana = durante el mes de julio; intermedio= durante los meses de agosto y septiembre; tardía= durante los meses de octubre y noviembre.

De acuerdo con la longitud del pedúnculo, los materiales se clasificaron en dos grupos, uno integrado por 11 variedades, con valores altos que varían entre 5.3 y 9.0 cm, en el cual sobresalen Salazareño, Cuervo, Pepe, Criollo-1 y Criollo-3. El otro grupo está conformado por las ocho variedades restantes, con valores relativamente bajos que varían entre 3.2 y 5.0 cm, en el cual se ubicaron: Floreño, Pera, Criollo-2 y Fosa, entre otras (Cuadro 2). Los valores promedio de la longitud del pedúnculo en Sabroso, Pila y Especial son muy similares que en los testigos locales, Pepe (6.8 cm) y Negro Santos (6.2).

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 del fruto se identificaron cuatro grupos de materiales, uno con valores altos de las dos características, uno con valores altos del diámetro polar y bajos del diámetro ecuatorial, uno con valores bajos del diámetro polar y altos del diámetro ecuatorial y otro con valores bajos de las dos características del fruto (Cuadro 3). El primer grupo está formado por seis variedades, entre las cuales están los dos testigos locales, Verde Pérez, Especial, Criollo-1 y Criollo-3; el segundo grupo está constituido por cinco variedades, Anita, Fosa, Cuervo, Rodríguez y Salazareño; el tercer grupo está integrado por cuatro variedades, Floreño, Blanquito, Sabroso y Chapeño, y el cuarto grupo formado por cuatro variedades, Pera, Pecos, Pila y Criollo-2.

According to the length of the peduncle, the materials were classified into two groups, one composed of 11 varieties, with high values ranging between 5.3 and 9 cm, among which stand out the varieties Salazareño, Cuervo, Pepe, Criollo-1 and Criollo-3. The other group consisted of the remaining eight varieties, with relatively low values ranging between 3.2 and 5 cm, which included: Floreño, Pera, Criollo-2 and Fosa, among others (Table 2). The average values of peduncle length of Sabroso, Pila and Especial are very similar to those of the local controls, Pepe (6.8 cm) and Negro Santos (6.2).

Highly significant differences were detected ($p \leq 0.01$) between varieties with respect to polar diameter, equatorial diameter, fruit weight, mesocarp weight, seed weight and mesocarp-fruit ratio. In general, the varieties showed variations in the morphological characteristics of the fruit and in the mesocarp-fruit ratio, which allowed to form different groups (Table 3).

According to the polar diameter and the equatorial diameter of the fruit, four material groups were identified, one with high values for the two characteristics, one with high polar diameter values of low equatorial diameter values, one with low polar diameter values and high equatorial diameter values, and one with low values for the two characteristics of fruit (Table 3). The first group consisted of six varieties, including the two local controls, Verde Perez, Especial, Criollo-1 and Criollo-3; the second group consisted of five varieties, Anita, Fosa, Cuervo, Rodriguez and Salazareño; the third group consisted of four varieties, Floreño, Blanquito, Sabroso and Chapeño; and the fourth group consisted of four varieties, Pera, Pecos, Pila and Criollo-2.

Cuadro 3. Características morfológicas del fruto de 19 variedades criollas de aguacate en la región norte del estado de Nuevo León.**Table 3. Morphological characteristics of the fruit of 19 native varieties of avocado in the northern region of the state of Nuevo León.**

Nombre local	Diámetro (cm)		Fruto	Peso (g)		Proporción mesocarpio fruto
	Polar	Ecuatorial		Mesocarpio	Semilla	
Anita	10.9	3.5	194.6	156.9	37.7	0.81
Pepe	8.9	6.1	135.1	99.2	35.9	0.73
Floreño	6.7	5.3	95.9	56.7	39.2	0.59
Blanquito	6.0	5.5	88.0	53.0	34.9	0.60
Fosa	7.4	4.9	91.8	66.5	25.3	0.72
Cuervo	8.4	4.7	124.1	90.8	33.3	0.73
Pera	6.6	4.4	108.6	68.6	40.0	0.63
Verde Pérez	7.6	5.1	121.9	83.6	38.3	0.69
Sabroso	6.5	5.5	96.2	60.8	35.3	0.63
Chapeño	5.1	5.6	120.8	80.9	39.8	0.67
Rodríguez	7.7	4.1	81.4	61.1	20.2	0.75
Pecoso	3.8	4.5	63.9	39.8	24.1	0.62
Pila	5.0	3.3	102.7	65.8	36.9	0.64
Salazareño	10.0	3.8	181.5	112.6	68.9	0.62
Negro Santos	7.5	5.9	144.0	98.5	45.5	0.68
Especial	7.5	5.7	148.6	109.9	38.7	0.74
Criollo-1	9.4	5.9	117.0	86.4	30.6	0.74
Criollo-2	6.9	4.8	119.3	87.3	32.0	0.73
Criollo-3	7.9	5.2	127.7	82.1	38.4	0.64
Promedio	7.43	5.03	118.65	82.33	36.02	0.69
DMS (0.05)	0.51	0.23	8.13	7.06	4.33	0.03

Los valores correspondientes a los testigos locales Pepe (8.9 cm de diámetro polar y 6.1 cm de diámetro ecuatorial) y Negro Santos (7.5 cm de diámetro polar y 5.9 cm de diámetro ecuatorial) son representativos del tamaño del fruto (Cuadro 3). Se determinó que cuatro variedades presentaron frutos de tamaño similar que las variedades testigos locales, las cuales están representadas por: Verde Pérez, Especial, Criollo-1 y Criollo-3. Estos materiales se caracterizan porque son de ciclo intermedio y los frutos son ovalados y la epidermis de los frutos es color negro, excepto Verde Pérez, que tiene la epidermis color verde.

Con respecto al peso del fruto y peso del mesocarpio, en general se identificaron cuatro grupos de materiales, uno con valores altos, otro con valores intermedios, uno con valores bajos y otro con valores muy bajos (Cuadro 3). En el primer grupo se ubicaron cinco variedades, de las cuales una tiene frutos de color verde (Anita) y cuatro de color negro (testigos locales, Salazareño y Especial). El segundo grupo está formado por ocho variedades, de las cuales la mayoría tienen frutos de color negro (Cuervo, Chapeño, Pila, Criollo-1, Criollo-2 y Criollo-3) y dos variedades de color verde (Pera y Verde Pérez). El tercer grupo está integrado

The values of the local controls Pepe (8.9 cm in polar diameter and 6.1 cm in equatorial diameter) and Negro Santos (7.5 cm in polar diameter and 5.9 cm in equatorial diameter) are representative of the size of the fruit (Table 3). It was determined that four varieties had fruits of similar size to the local control varieties; these were: Verde Pérez, Especial, Criollo-1 and Criollo-3. These materials are characterized by their intermediate harvest cycle, the oval-shaped fruits and the black color of their epidermis, except Verde Perez, which has a green epidermis.

With respect to the weight of the fruit and the mesocarp weight, four groups of materials were generally identified, one with high values, another with intermediate values, one with low values and another with very low values (Table 3). The first group comprised five varieties, of which one has green fruits (Anita) and the other four have black fruits (local controls, Salazareño and Especial). The second group comprised eight varieties, most of them with black colored fruits (Cuervo, Chapeño, Pila, Criollo-1, Criollo-2 and Criollo-3), and two varieties with green fruits (Pera and Verde Pérez). The third group consisted of five varieties, of which four have black colored fruits (Floreño, Fosa, Sabroso

por cinco variedades, de las cuales cuatro tienen frutos de color negro (Floreño, Fosa, Sabroso y Rodríguez) y una de color verde (Blanquito). En el cuarto grupo sólo se ubicó una variedad (Pecoso), la cual tiene frutos de color negro.

De acuerdo con el peso de la semilla, se identificaron cuatro grupos de materiales, uno con valores muy altos, uno con valores altos, uno con valores intermedios, uno con valores bajos y otro con valores muy bajos (Cuadro 3). En el primer grupo sólo se ubicó la variedad Salazareño, con un valor promedio de 68.9 g. En el segundo grupo se ubicaron ocho variedades, con valores promedio entre 37.7 y 45.5 g (Anita, Floreño, Pera, Verde Pérez, Chapeño, Negro Santos, Especial y Criollo-3). El tercer grupo está integrado por seis variedades, con valores promedio entre 32 y 36.9 g (Pepe, Blanquito, Cuervo, Sabroso, Pila y Criollo-2). El cuarto grupo está compuesto por cuatro variedades, con valores promedio entre 20.2 y 30.6 g (Fosa, Rodríguez, Pecoso y Criollo-1).

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 peso del fruto en las 19 variedades de aguacate evaluadas, consecuentemente, la proporción mesocarpio/fruto fue menor que la unidad. Los valores más altos de la proporción mesocarpio-fruto fueron para las variedades Anita, testigo local Pepe, Fosa, Cuervo, Rodríguez, Especial, Criollo-1 y Criollo-2; mientras que los valores más bajos fueron para las variedades Floreño, Blanquito, Pera, Verde Pérez, Sabroso, Chapeño, Pecoso, Pila, Salazareño, la variedad testigo local Negro Santos y Criollo-3 (Cuadro 3).

Los resultados anteriores sugieren que las variedades criollas utilizadas en el presente estudio también se pueden clasificar de acuerdo con los valores cuantitativos de las características morfológicas del fruto (Acosta-Díaz *et al.*, 2012). Las variedades con los valores más altos de la proporción mesocarpio-fruto, representan una alternativa a las variedades testigos locales (Pepe y Negro Santos) para su establecimiento en futuras huertas comerciales, ya que esto permitiría contar con variedades de diferentes épocas de cosecha (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 norte del estado de Nuevo León, bajo un sistema de producción tradicional de bajos uso de insumos por parte de los productores de dicha región.

and Rodríguez) and one has green fruits (Blanquito). The fourth group was comprised by only one variety (Pecoso), which has black colored fruits.

According to the weight of the seed, four groups of materials were identified, one with very high values, one with high values, one with intermediate values, one with low values and another with very low values (Table 3). The first group included only the Salazareño variety, with an average value of 68.9 g. The second group included eight varieties, with average values between 37.7 and 45.5 g (Anita, Floreño, Pera, Verde Pérez, Chapeño, Negro Santos, Especial and Criollo-3). The third group consisted of six varieties, with average values between 32 and 36.9 g (Pepe, Blanquito, Cuervo, Sabroso, Pila and Criollo-2). The fourth group consisted of four varieties, with average values between 20.2 and 30.6 g (Fosa, Rodríguez, Pecoso and Criollo-1).

There were highly significant differences ($p \leq 0.001$) between the varieties with respect to the ratio between the weight of the mesocarp and the weight of the fruit (data not shown). In general, the weight of the mesocarp was lower than the weight of the fruit in the 19 avocado varieties tested; consequently, the mesocarp/fruit ratio was less than the unit. The highest values of the mesocarp-fruit ratio were found in the following varieties: Anita, local control Pepe, Fosa, Cuervo, Rodríguez, Especial, Criollo-1 and Criollo-2, while the lowest values were found in the varieties Floreño, Blanquito, Pera, Verde Pérez, Sabroso, Chapeño, Pecoso, Pila, Salazareño, the local control variety Negro Santos and Criollo-3 (Table 3).

The above results suggest that the landraces used in this study could also be classified according to the quantitative values of the morphological characteristics of the fruit (Acosta-Díaz *et al.*, 2012). The varieties with the highest values of the mesocarp-fruit ratio represent an alternative to the local control varieties (Pepe and Negro Santos) which could be established in commercial orchards in the future, as this would provide varieties of different harvest times (early, intermediate and late), with fruit epidermis of different colors (black and green) and different shape (oval, spherical and elongated), adapted to the growing conditions of the northern region of the state of Nuevo León, under the traditional low input production system used by the producers of that region.

In general, the results obtained in this study indicate that, based on the morphological characteristics of the fruit, there is significant variation among avocado landraces

En general los resultados obtenidos en el presente estudio indican que existe una importante variación entre los materiales criollos de aguacate en la región norte del estado de Nuevo León, con base en las características morfológica del fruto y coincide con lo reportado por Gutiérrez Díez *et al.* (2009) y Acosta-Díaz *et al.* (2012). Además, de contar con un buen número de variedades de época de cosecha intermedia, con frutos de epidermis color negro y tamaño comercial como las variedades testigos locales Pepe y Negro Santos, existen cinco variedades de época de cosecha intermedia, con frutos de epidermis color negro y verde y de tamaño comercial similar a las dos variedades testigos locales (Cuervo, Especial, Criollo-1, Criollo-2 y Verde Pérez), una variedad de época de cosecha temprana (Floreño) y otra variedad de época de cosecha tardía (Salazareño).

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 diferentes tamaños (Gama-Campillo y Gómez-Pompa, 1992; Rodríguez *et al.*, 2003; Acosta-Díaz *et al.*, 2012). Sin embargo, en este trabajo si se pudieron definir tres grupos de materiales con base en la época de cosecha de los frutos, coincidiendo con lo reportado por Almeyda León y Acosta Díaz (2007), quienes no pudieron diferenciar mediante la técnica de RAPD todos los materiales colectados en los municipios de Aramberri y Rayones, Nuevo León, pero si observaron su tendencia de agruparse por localidad y de acuerdo al tipo de fruto.

Conclusiones

De las 19 variedades criollas de aguacate evaluadas en el estudio, siete 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 norte del estado de Nuevo León, México, ya que estos materiales cumplen las expectativas de manejo y de los requerimientos del mercado regional, lo cual puede contribuir a diversificar la producción de aguacate criollo en dicha región, mediante una planeación ordenada de los huertos con base en la época de cosecha y así evitar la dependencia exclusiva de la producción con las variedades Pepe y Negro Santos.

in the northern region of the state of Nuevo León, which coincides with what was reported by Gutiérrez Díez *et al.* (2009) and Acosta-Díaz *et al.* (2012). In addition to having an ample number of varieties with an intermediate harvest time, black colored fruits and a commercial size similar to that of the local control varieties Pepe and Negro Santos, there are five varieties with an intermediate harvest time, black and green colored fruits and a commercial size similar to the two local control varieties (Cuervo Especial, Criollo-1, Criollo-2 and Verde Pérez), a variety with an early harvest time (Floreño) and a variety with a late harvest time (Salazareño).

The differentiation of avocado materials based on morphological characteristics of the fruit has several limitations, as it is very difficult to differentiate between wild and cultivated forms of plants based on their fruit because the trees produce fruits of different sizes (Gutiérrez Gama-Campillo and Gómez-Pompa, 1992; Rodríguez *et al.*, 2003; Díez *et al.*, 2009; Acosta-Díaz *et al.*, 2012). However, in this work we were able to define three groups based on the time of fruit harvest, coinciding with reports by Almeyda León and Acosta- Díaz (2007), who were unable to differentiate avocado materials collected in the municipalities of Aramberri and Rayones, Nuevo Leon, using the RAPD technique, but did observe their tendency to group by location and type of fruit.

Conclusions

Of the 19 native varieties of avocado evaluated in the study, seven had outstanding fruit morphological characteristics and were integrated into three contrasting groups according to their physiological maturity period. These varieties are an alternative for farmers in the northern region of the state of Nuevo León, Mexico, as they meet management expectations as well as the requirements of the regional market, which can help diversify the production of native avocado in this region through an orderly planning of orchards based on harvest time and thus to prevent production from depending exclusively on the Pepe and Negro Santos varieties.

End of the English version



Literatura citada

- Acosta, D. E.; Hernández, T. I. y Almeyda, L. 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.
- Acosta-Díaz, E.; Hernández-Torres, I. y Almeyda-León I.H. 2012. Evaluación de aguacates nativos (*Persea americana* var. *Drymifolia*) en Nuevo León, México: Región sur. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 245-247.
- 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.
- 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.
- 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. 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.
- 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. Michigan State University, East Lansing, Michigan.
- Gama-Campillo, L. and Gómez-Pompa, 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.; Czarniecki, 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 p.
- 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: Whiley, 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.
- Rodríguez, S. F. 1992. El aguacate. A. G. T. Editor S. A. México, D. F. SAGAR-INIFAP. 1996. Programa Nacional de Investigación de Aguacate. Grupo Interdisciplinario de Aguacate (GIA). En el Campo Experimental de Uruapan. Michoacán, México. Documento interno. 127 p.
- Rodríguez, N. N.; Rhode, C. W.; González-Arencia, I. M.; Ramírez-Pérez, J. L.; Fuentes-Lorenzo, M. Román-Gutiérrez, A.; Xiqués-Martín, F.; Becker, D. y Velásquez-Palenzuela, J. V. 2003. Caracterización morfológica, bioquímica y molecular de cultivares de aguacatero (*Persea americana* Mill.) en Cuba. In: Proc. V World Avocado Congreso. 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.
- Sánchez Pérez, 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 postcosecha 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.