

Caracterización morfológica en genotipos nativos de aguacate (*Persea americana* Mill.) de clima tropical en Nayarit, México*

Morphological characterization in native genotypes of avocado (*Persea americana* Mill.) of tropical climate in Nayarit, Mexico

Graciela López-Guzmán¹, Raúl Medina-Torres¹, Héctor Guillén-Andrade², Leobarda G. Ramírez-Guerrero¹, Porfirio Juárez-López^{3§} y Pablo G. Ruelas-Hernández¹

¹Universidad Autónoma de Nayarit-Unidad Académica de Agricultura. Carretera Tepic-Compostela, km 9. C. P. 63780. Xalisco, Nayarit, México. (lguzman2303@hotmail.com; raulmetorr@yahoo.com.mx; leo.ram89@hotmail.com; pablogerman82@hotmail.com). ²Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Paseo Lázaro Cárdenas y Berlín s/n, Col. Viveros. C. P. 60170. Uruapan, Michoacán, México. (hguillenandrade@prodigy.net.mx). ³Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Avenida Universidad 1001. C. P. 62210. Cuernavaca, Morelos, México. [§]Autor para correspondencia: porfiriojlopez@yahoo.com.

Resumen

Nayarit es parte del área de distribución natural del aguacate (*Persea americana* Mill.) por lo que cuenta con gran diversidad de tipos nativos. La caracterización y evaluación de estos recursos fitogenéticos permiten determinar su utilidad potencial como fuente de germoplasma. El objetivo de este estudio fue caracterizar morfológicamente 24 genotipos de aguacate nativo de clima tropical en Nayarit, México. De cada genotipo se tomaron 10 hojas y 10 frutos en madurez fisiológica, se registraron 23 descriptores de características fenotípicas cualitativas y cuantitativas de hojas, frutos y semillas; además, se evaluó el contenido de aceite en la pulpa de frutos. Se evaluaron características fenotípicas cualitativas y cuantitativas de hojas, frutos y semillas; además, se evaluó el contenido de aceite en la pulpa de frutos. Se usaron análisis de componentes principales y de conglomerados. La mayor variabilidad se encontró en el porcentaje de aceite con un coeficiente de variación de 22.6%, peso del epicarpio con 22.4%, grosor de epicarpio con 20.2%, peso de pulpa con 20.4% y peso de semilla con 23.3%. Los tres primeros componentes principales explicaron el 53.8% de la variabilidad total. A una distancia euclidiana de 0.11 en el dendrograma, se generaron tres grupos con características morfológicas similares. El peso del

Abstract

Nayarit is part of the natural distribution area of avocado (*Persea americana* Mill.), so it has a great diversity of native types. The characterization and evaluation of these plant genetic resources for determining its potential as a source of germplasm utility. The aim of this study was to characterize morphologically 24 genotypes of native avocado of tropical climate in Nayarit, Mexico. Of each genotype, 10 leaves and 10 fruits at physiological maturity were taken, 23 qualitative and quantitative descriptors of leaves, fruits and seeds phenotypic characteristics were recorded; also evaluating the oil content in the pulp of fruits. Principal component analysis and cluster analysis were used. The highest variability was found in the percentage of oil with a coefficient of variation of 22.6%, with 22.4% weight epicarp, thick epicarp with 20.2%, 20.4% weight of pulp and seed weight with 23.3%. The first three principal components explained 53.8% of the total variability. At a euclidean distance of 0.11 in the dendrogram, three groups with similar morphological characteristics were generated. Fruit weight, weight of pulp, fruit diameter, weight of the epicarp, seed weight and length of leaf blade were the characters that explained better the proportion variability. These morphological features could be used as selection criteria and differentiation of genotypes of native of tropical avocado in Nayarit, Mexico.

* Recibido: diciembre de 2014
Aceptado: marzo de 2015

fruto, peso de pulpa, diámetro de fruto, peso del epicarpio, peso de semilla y longitud de lámina foliar fueron los caracteres que explicaron en mayor proporción la variabilidad. Estas características morfológicas podrían usarse como criterio de selección y diferenciación de genotipos de aguacate nativo en la zona tropical de Nayarit, México.

Palabras clave: análisis multivariado, fruto tropical, recursos fitogenéticos.

La importancia de los recursos fitogenéticos existentes en México es invaluable, debido a que estos pueden ser usados en mejoramiento genético para resolver problemas básicos que tienen los cultivos en su explotación comercial. En el caso del aguacate, al ser este país parte del centro de origen y área de distribución natural de esta especie, existe variabilidad y permite contar materiales genéticos diversos (CICTAMEX, 1991).

El aguacatero, *Persea americana* Mill. (Lauraceae), es un árbol que ha estado bajo cultivo en el centro de México, desde por lo menos hace 10 000 años (Storey *et al.*, 1984; Schieber y Bergh, 1987; Téliz y Mora, 2007); además, como resultado del proceso de selección, propagación por semilla y adaptación, se han desarrollado diferentes tipos de aguacate que hoy conocemos como las razas hortícolas Mexicana, Guatemalteca y Antillana (Barrientos-Priego *et al.*, 2007).

Actualmente, en Nayarit, el árbol del aguacate de tipo Antillano es cultivado principalmente en huertos de traspatio. Aunque existen huertos de cultivo formal con variedades mejoradas, el aguacate nativo se conserva como árbol de sombra y cercos vivos en los municipios de Compostela, San Blas y Tecuala; estos árboles han sido conservados principalmente por las características sobresalientes de sus frutos.

Nayarit es parte del área de distribución natural del aguacate Dr. Raúl Medina (Com. Pers., 2014).

por lo que es de fundamental importancia realizar estudios de caracterización y evaluación de estos recursos fitogenéticos que permitan determinar su utilidad potencial como fuente de germoplasma en el mejoramiento genético de esta especie y que sirvan de base para ayudar a definir estrategias de conservación y aprovechamiento de esta especie. Por lo anterior, el objetivo fue caracterizar morfológicamente 24 genotipos nativos de aguacate de clima tropical en Nayarit, México.

Keywords: multivariate analysis, of tropical fruit, plant genetic resources.

The importance of existing plant genetic resources in Mexico is invaluable, because these can be used in breeding to solve basic problems of the crops in commercial exploitation. In the case of avocado, as this country a centre of origin and natural range of this species, there is variability and allows for various genetic materials (CICTAMEX, 1991).

Avocado, *Persea americana* Mill. (Lauraceae), is a tree that has been under cultivation in central Mexico, from at least 10 000 years ago (Storey *et al.*, 1984; Schieber and Bergh, 1987; Téliz and Mora, 2007); also, as a result of the selection process, seed propagation and adaptation, have developed different types of avocado known as the horticultural races Mexicana, Guatemalteca and Antilana (Barrientos-Priego *et al.*, 2007).

Currently, in Nayarit, the Antillean avocado tree is mostly grown in backyard gardens. Although, there are formal gardens with improved crop varieties, native avocado is preserved as a shade tree and hedgerows in the municipalities of Compostela, San Blas and Tecuala; these trees have been preserved mainly by the outstanding features of its fruits.

Nayarit is part of the natural distribution area of avocado Dr. Raul Medina (Pers. Comm., 2014).

So it's critical to study characterization and evaluation of these plant genetic resources to determine their potential utility as a source of germplasm in breeding of this species and to provide a basis to help define strategies for conservation and use of this species. Therefore, the objective was to characterize morphologically 24 native genotypes avocado of tropical climate in Nayarit, Mexico.

Collections of 24 genotypes of native avocado were performed in the tropical zone of Nayarit, specifically in the municipalities of Compostela, San Blas and Tecuala, at an elevation of 13-178 m (Table 1). Phenotypic characterization was done with 23 descriptors leaf, fruit and seed without sickness or physical damage. In each tree samples of 10 leaves and 10 fruits at physiological maturity were obtained.

Evaluated variables

The morphological characteristics were evaluated in leaves: leaf shape, shape of base, colour, margin, shape of apex, fresh weight, dry weight and length of leaf blade and leaf area (cm²)

Se realizaron colectas de 24 genotipos de aguacate criollo en la zona tropical de Nayarit, específicamente en los municipios de Compostela, San Blas y Tecuala, una altitud de 13 a 178 msnm (Cuadro 1). La caracterización fenotípica se hizo con 23 descriptores de hoja, fruto y semilla sin enfermedades ni daños físicos. En cada árbol se obtuvieron muestras de 10 hojas y 10 frutos en madurez fisiológica.

using a leaf area integrator (LIQUOR 1600, NE, USA). Fruit variables were: fruit shape, length and diameter (mm), shape of the base, form the apex, form the pedicel, colour epicarp the exocarp thickness (mm), the epicarp weight (g) weight Fresh pulp (g) and dry matter of the pulp (g). Seed variables were: seed shape, seed weight (g). Descriptors were used of the International Plant Genetic Resources Institute,

Cuadro 1. Genotipos nativos de aguacate (*Persea americana* Mill.) evaluados de los municipios de Compostela, San Blas y Tecuala, Nayarit.

Table 1. Native avocado genotypes (*Persea americana* Mill.) evaluated in the municipalities of Compostela, and Tecuala San Blas, Nayarit.

Genotipo	Localidad	Municipio	Latitud norte	Latitud oeste	Altitud (msnm)
JC-1	El Cora	San Blas	21° 25.70'	105° 06.85'	167
JCC-1	El Cora	San Blas	21° 25.79'	105° 06.81'	178
JCC-2	El Cora	San Blas	21° 26.02'	105° 07.87'	178
PP-1	Santa Cruz M	San Blas	21° 25.89'	105° 11.85'	13
PP-2	Santa Cruz M	San Blas	21° 25.89'	105° 11.85'	13
PP-3	Santa Cruz M	San Blas	21° 25.89'	105° 11.85'	13
CV-1	Santa Cruz M	San Blas	21° 25.91'	105° 11.87'	13
CV-2	Santa Cruz M	San Blas	21° 25.91'	105° 11.87'	13
CV-3	Santa Cruz M	San Blas	21° 25.91'	105° 11.87'	13
CV-4	Santa Cruz M	San Blas	21° 25.91'	105° 11.87'	13
An-1	Santa Cruz M	San Blas	21° 43.37'	105° 19.86'	13
An-2	Santa Cruz M	San Blas	21° 43.37'	105° 19.86'	13
CS	Santa Cruz M	San Blas	21° 43.37'	105° 19.86'	13
T1	Tecuala,	Tecuala	22° 39.92'	105° 44.85'	19
T2	Tecuala	Tecuala	22° 39.92'	105° 44.85'	19
T3	Tecuala	Tecuala	22° 39.92'	105° 44.85'	19
T4	Tecuala	Tecuala	22° 39.92'	105° 44.85'	19
T5	Tecuala	Tecuala	22° 39.92'	105° 44.85'	19
T6	Tecuala	Tecuala	22° 39.92'	105° 44.85'	19
T7	Tecuala	Tecuala	22° 39.93'	105° 44.91'	17
T8	Tecuala	Tecuala	22° 39.93'	105° 44.91'	17
T9	Tecuala	Tecuala	22° 39.93'	105° 44.91'	17
JF	Zacualpan	Compostela	21° 25.09'	105° 16.62'	29
MJ	Zacualpan	Compostela	21° 24.64'	105° 16.51'	24
JR	Zacualpan	Compostela	21° 24.60'	105° 16.57'	26

Variables evaluadas

Las características morfológicas evaluadas en hojas fueron: forma de la hoja, forma de la base, color, margen, forma del ápice, peso fresco, peso seco y longitud de lámina foliar y área foliar (cm²) mediante un integrador de área foliar (LICOR 1600, NE, USA). Las variables de fruto fueron: forma del fruto, longitud y diámetro (mm), forma de la base, forma del ápice, forma del pedicelo, color del epicarpio, grosor del epicarpio, (mm), peso del epicarpio (g), peso fresco de

now Bioersivity (IPGRI, 1995). Variable length and diameter were measured with an electronic caliper (Mitutoyo, Inc., Japan) to the nearest 0.1 cm and weight-related variables were determined with a Mettler® digital balance model AJ150, 0.001 g.

Considered an important variable quality, the percentage of oil in fruits was evaluated though not a morphological characteristic. 100 g pulp were weighed and dried in a forced air oven (LAB-LINE, Imperial II, USA) at 70 °C to constant

la pulpa (g) y materia seca de la pulpa (g). Las variables de semilla fueron: forma de la semilla, peso de la semilla (g). Se emplearon los descriptores del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, actualmente Bioversity (IPGRI, 1995). Las variables de longitud y diámetro se midieron con un vernier electrónico (Mitutoyo Inc., Japón) con aproximación de 0.1 cm y las variables relacionadas con peso se determinaron con una balanza digital báscula Mettler® modelo AJ150 con aproximación de 0.001 g.

Por considerarse una variable importante de calidad, se evaluó el porcentaje de aceite en frutos aunque no es una característica morfológica. Se pesaron 100 g de pulpa y se secaron en una estufa de aire forzado (LAB-LINE, Imperial II, USA) a 70 °C hasta peso constante. Se obtuvo el porcentaje de materia seca mediante la relación peso seco/peso fresco y multiplicado por 100. El contenido de aceite se determinó por extracción con un destilador Soxhlet, mediante el procedimiento oficial para la determinación de contenido de aceite de órganos vegetales de la USDA (Lee, 1981). Se utilizó éter de petróleo como solvente y se realizaron cuatro réplicas por cada genotipo.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de componentes principales. Con las variables que mostraron mayor valor descriptivo se calcularon las distancias euclidianas y se construyó un dendrograma por el método de agrupamiento de Ward (SAS Institute, 2009), para obtener la separación máxima de grupos por sus similitudes en características de hoja, fruto y semilla.

En la mayoría de las características cuantitativas evaluadas se encontró variabilidad (Cuadro 2), lo cual se evidencia por los valores de los coeficientes de variación (CV), donde destaca el grosor del epicarpio (CV= 20.2%), el peso del epicarpio (CV=22.4%), porcentaje de aceite (CV=22.6%), peso de la pulpa (CV= 20.4%) y peso de la semilla (CV= 23.3 %).

En cuanto a las características cualitativas, se considera que la forma de fruto es un indicador morfológico de importancia debido a que es una de las características que hacen atractivo al aguacate en el mercado de los consumidores (Rodríguez-Medina *et al.*, 2009). En el presente estudio la forma de fruto que predominó fue la obovada-angosta con 24.4%. En un estudio con genotipos nativos en Uruapan, Michoacán se encontró que la forma de fruto que sobresalió fue la elipsoide (32.2 %), Dr. Raúl Medina (Com. Pers., 2014). Estos

weight. The percentage of dry matter was obtained through dry/fresh weight and weight multiplied by 100. The oil content was determined by Soxhlet extraction with a distiller, using the official method for determining oil content plant organs relationship USDA (Lee, 1981). Petroleum ether was used as solvent and four replicates were performed for each genotype.

Statistical analysis

A principal component analysis was performed. With the variables that showed more descriptive value of euclidean distances calculating the dendrogram constructed by the Ward grouping method (SAS Institute, 2009), for maximum separation of groups by their similarities in characteristics of leaf, fruit and seed.

In most of the evaluated quantitative characteristics variability was found as evidenced by the values of the coefficients of variation (CV), which highlights the thickness of the epicarp (CV= 20.2%), the weight of the epicarp (CV= 22.4%), oil percentage (CV= 22.6%), pulp weight (CV= 20.4%) and seed weight (CV= 23.3%).

As for the quality characteristics, it is considered that the shape of fruit is a morphological indicator of importance because it is one of the features that make it attractive to avocado market consumers (Rodríguez-Medina *et al.*, 2009). In the present study, fruit shape that prevailed was the narrow-obovate with 24.4%. In a study with native genotypes in Uruapan, Michoacan was found that the shape of fruit that stood out was the ellipsoid (32.2%), Dr. Raul Medina (Pers. Comm., 2014). These results show the diversity of existing materials avocado in Mexico and could be used as a source of germplasm in breeding of this species.

The major dimensions of length and diameter (mm) of fruit, presented the AS-1 and AS-2 (107.41 and 106.98 g, respectively), and the smaller the Tec-1 genotype with 63.68 g genotypes. Similarly, the highest values in fruit weight corresponded to AS-1 and AS-2 (941.72 and 1 042.92 g) selections, and the least significant Tec-1 (188.13 g). Gutiérrez-Díez *et al.*, (2009) evaluating 42 genotypes of native avocado Nuevo Leon, Mexico reported the highest fruit weight was 251.40 g and 10.53 g minor, for the largest fruit length was 12.76 cm and the lowest was 2.88 cm. Besides the genetic characteristics, these differences may be due to the different climates and altitudes where these native avocados occurred.

resultados muestran la diversidad de materiales de aguacate existentes en México y que podrían usarse como fuente de germoplasma en el mejoramiento genético de esta especie.

The dendrogram, with a cut to a euclidean distance of 0.11 (Figure 1), defined three groups based on morphological descriptors leaf, fruit and seed. Group I consisted of the

Cuadro 2. Características cuantitativas y estadísticas descriptivos evaluados en 24 genotipos nativos de aguacate (*Persea americana* Mill.) de Nayarit, México.

Table 2. Descriptive quantitative and statistical features of 24 native genotypes evaluated in avocado (*Persea americana* Mill.) in Nayarit, Mexico.

Variable	Media	Intervalo	CV (%)
Peso fruto (g)	458.59	188.14 - 1042.93	15.6
Diámetro de fruto (mm)	84.34	63.68 - 110.25	4.6
Longitud de fruto (mm)	117.74	83.00 - 160.35	5.7
Área foliar hoja (cm ²)	118.84	26.45 - 180.77	9.0
Grosor de cáscara (mm)	1.11	0.57 - 1.88	20.2
Peso de cáscara (g)	42.05	11.23 - 111.89	22.4
Porcentaje de aceite (%)	6.42	2.03 - 22.37	22.6
Peso de pulpa (g)	261.36	76.79 - 685.60	20.4
Peso de semilla (g)	58.00	43.56 - 179.79	23.3

Las mayores dimensiones de longitud y diámetro (mm) de frutos, las presentaron los genotipos AS-1 y AS-2 (107.41 y 106.98 g, respectivamente), y el de menor tamaño el genotipo Tec-1 con 63.68 g. De igual manera, los valores más elevados en peso de fruto correspondieron a las selecciones AS-1 y AS-2 (941.72 y 1042.92 g), y el de menor peso Tec-1 (188.13 g). Gutiérrez-Díez *et al.* (2009), al evaluar 42 genotipos de aguacate nativo de Nuevo León, México reportaron que el mayor peso de fruto fue de 251.40 g y el menor 10.53 g, para la longitud de fruto el mayor fue de 12.76 cm mientras el menor fue de 2.88 cm. Además de las características genéticas, estas diferencias tal vez se deben a los diferentes tipos de clima y altitudes donde se produjeron estos aguacates nativos.

El dendrograma, con un corte a una distancia euclidiana de 0.11 (Figura 1), definió tres grupos con base en los descriptores morfológicos de hoja, fruto y semilla. El grupo I estuvo constituido por los genotipos Tec-1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 de Tecuala, PP-1, CV-2, CV-1 y JC-1 de Santa Cruz de Miramar y JCC-1, JCC-2 y JC-1 de El Cora, del municipio de San Blas, con características de menor peso de pulpa, semilla pequeña, menor peso de cáscara, lo que deriva un fruto de menor peso total.

El grupo II se integró con los genotipos MJ de Zacualpan municipio de Compostela y CST, CV-3, CV-4, PP-2 y PP-3 de Santa Cruz de Miramar municipio de San Blas, tuvieron como características un mayor peso de fruto, pulpa, diámetro

genotipos Tec-1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 and 9 Tecuala, PP-1, CV-2, CV-1 and JC-1 of Santa Cruz de Miramar and JCC-1, JCC-2 and JC-1 of El Cora, municipality of San Blas, with characteristics of lower weight of pulp, small seed, lighter weight shell, which derives a result of lower total weight.

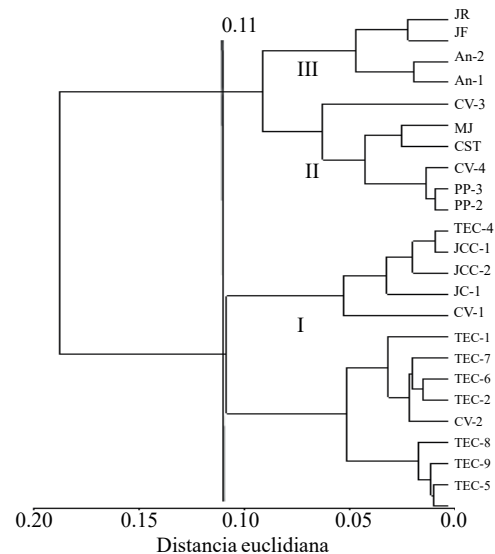


Figura 1. Agrupamiento mínimo de Ward de 24 genotipos nativos de aguacate (*Persea americana* Mill.) con base en características morfológicas en Nayarit, México.

Figure 1. Ward minimum grouping of 24 native genotypes of avocado (*Persea americana* Mill.) based on morphological characteristics in Nayarit, Mexico.

y con hoja pequeña. El grupo III se integró con los genotipos JF y JR de Zacualpan y An-1 y An-2 de Santa Cruz de Miramar, y se caracteriza por tener mayor área foliar, peso fresco y peso seco de hoja, además de mayor peso y diámetro de fruto, y mayor peso de pulpa.

En el análisis de componentes principales, la variabilidad acumulada en los tres primeros componentes observó 53.8%: el CP1 explicó 25.8%; CP2 17.3% y el CP3 10.7% (Cuadro 3).

The group II was integrated with MJ genotypes of Zacualpan, municipality of Compostela and CST, CV-3, VC-4, PP-2 and PP-3 of Santa Cruz de Miramar, San Blas, had as features increased fruit weight pulp, small diameter and leaf. The group III was integrated with JF and JR genotypes Zacualpan and An-1 and An-2 of Santa Cruz de Miramar, and is characterized by greater leaf area, fresh weight and dry weight of leaf, plus greater weight and diameter fruit, and greater weight of pulp.

Cuadro 3. Vectores propios y proporción de la variabilidad en los tres primeros componentes principales, generados con características fenotípicas de fruto, semilla y hoja de 24 genotipos nativos de aguacate (*Persea americana* Mill.) de Nayarit, México.

Table 3. Eigenvectors and proportion of the variability in the first three principal components, generated with phenotypic characteristics of fruits, seeds and leaves of 24 native genotypes of avocado (*Persea americana* Mill.) in Nayarit, Mexico.

Variable	CP1	CP2	CP3
Diámetro fruto	0.3771	-0.0460	0.0537
Peso de fruto	0.3641	-0.0467	0.1918
Peso cáscara	0.3904	-0.0559	-0.0028
Peso pulpa	0.3660	0.0070	0.1176
Peso semilla	0.3167	0.0480	0.1923
Área foliar	-0.1049	0.3729	0.2131
Forma base hoja	-0.0294	0.3566	0.0457
Peso fresco hoja	-0.0602	0.4181	0.2353
Peso seco hoja	-0.0009	0.4248	0.1790
Materia seca	0.1940	0.1203	-0.3530
(%) aceite	0.1596	0.0670	-0.4534
Proporción de varianza	0.2584	0.1732	0.1073%
Varianza acumulada	25.84%	43.16%	53.89%

La variabilidad del CP1 estuvo determinada por valores positivos de diámetro y peso del fruto, peso del epicarpio, peso de pulpa y peso de la semilla. Estos resultados son similares a los encontrados por López-Guzmán *et al.* (2012), donde el CP1 se relacionó con peso, longitud, ancho de fruto y peso de pulpa, en genotipos nativos de aguacate. El CP2 estuvo influenciado por área foliar de la hoja, peso fresco de la hoja, forma de la base de la hoja y peso seco de la hoja. En el CP3 el porcentaje de aceite y materia seca de la pulpa ejercieron influencia de forma negativa (Cuadro 3).

Finalmente, en la Figura 2 se muestra el diagrama de dispersión de los dos principales de las variables morfológicas de 24 genotipos nativos de aguacate (*Persea americana* Mill.) de Nayarit, México.

In the principal component analysis, variability accumulated in the first three components observed 53.8%: 25.8% explained CP1; CP2 and CP3 17.3% 10.7% (Table 3).

CP1 variability was determined by positive values of diameter and fruit weight, weight epicarp weight of pulp and seed weight. These results are similar to those reported by López-Guzmán *et al.* (2012), where the CP1 was related to weight, length, width and weight of fruit pulp in native genotypes of avocado. CP2 was influenced by leaf area, leaf fresh weight, shape of the base of the leaf and leaf dry weight. In the CP3 percentage of oil and dry matter of the pulp exerted a negative influence (Table 3).

Finally, the Figure 2 shows the scattergram of the two main morphological variables of the 24 native genotypes of avocado (*Persea americana* Mill.) Nayarit, Mexico.

Conclusiones

Se conformaron tres grupos con características morfológicas similares de los genotipos nativos de aguacate. Las características de peso del fruto, peso de pulpa, diámetro de fruto, peso de la cáscara, peso de semilla y longitud de lámina foliar, fueron los caracteres que mejor explicaron la variabilidad morfológica, por lo que estos parámetros podrían usarse como criterio de selección y diferenciación de genotipos de aguacate criollo en la zona tropical de Nayarit, México.

Literatura citada

- Barrientos-Priego, A. F.; Muñoz-Pérez, R. B.; Reyes-Alemán, J. C.; Borys, M. W. y Martínez-Damián, M. T. 2007. Taxonomía, cultivares y portainjertos. *In: el aguacate y su manejo integrado*. Téliz, D. y Mora, A. (Coord.). Segunda edición. Mundi Prensa. México, D. F. 31-62 pp.
- CICTAMEX. Fundación Salvador Sánchez Colín. 1991. Situación actual del cultivo del aguacate en México. *In: hortalizas, frutos y flores*. (Ed.). Año dos mil, S. A. 49-58 pp.
- Gaona-García A, Alia-Tejacal, I.; López-Martínez, V.; Andrade-Rodríguez, M.; Colinas-León, M.T. y Villegas-Torres, O. 2008. Caracterización de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota*) en el suroeste del estado de Morelos. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 14:41-47.
- Gutiérrez-Díez, A.; Martínez- de la Cerda, J.; García-Zambrano, E. A.; Iracheta-Donjuan, L.; Ocampo-Morales, J. D. y Cerda-Hurtado, I. M. 2009. Estudio de diversidad genética del aguacate nativo en Nuevo León, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 32:9-18.
- IPGRI (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos). 1995. *Descriptores para aguacate (Persea spp.)*. Roma, Italia. 54 p.
- Lee, S. K. 1981. A review and background of the avocado maturity standard. *California Avocado Society Yearbook*. 65:101-109.
- López-Guzmán, G. G.; Medina-Torres, R.; Guillén, A. H.; Ramírez, G. L.; Aguilar, C. J. A. y Valdivia, R. M. G. 2012. Características fenotípicas de hoja y fruto en selecciones de aguacate criollo de clima subtropical en el estado de Nayarit. *Rev. Fuente*. 4:56-62.
- Rodríguez-Medina, N. N.; Rohde, W.; González-Arencibia, C.; Ramírez-Pérez, M.; Fuentes-Lorenzo, J. L.; Román-Gutiérrez, M. A.; Xiqués-Martín, X.; Becker, D. y Velázquez-Palenzuela, J. B. 2003. Caracterización morfológica, bioquímica molecular de cultivares de aguacatero (*Persea americana* Mill) en Cuba. *In: V Congreso Mundial del Aguacate*. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Granada, Málaga. 1:47-53.

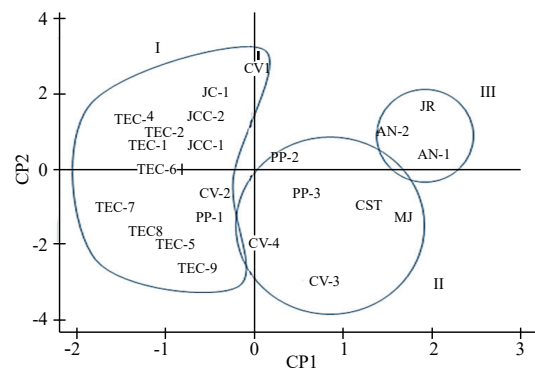


Figura 2. Diagrama de dispersión de 24 genotipos nativos de aguacate (*Persea americana* Mill.) en los dos primeros componentes principales.

Figure 2. Scattergram of the 24 genotypes of native avocado (*Persea americana* Mill.) in the first two principal components.

Conclusions

Three groups with similar morphological characteristics of native avocado genotypes were formed. The characteristics of fruit weight, weight of pulp, fruit diameter, shell weight, seed weight and leaf blade length, characters that better explained the morphological variability, so that these parameters could be used as a selection criterion and differentiation of native genotypes of tropical avocado in Nayarit, Mexico.

End of the English version



- Sanabria, O. H. L.; García, M. A.; Díaz, H. A. y Muñoz, J. E. 2005. Caracterización morfológica en árboles nativos de guayaba en el Valle del Cauca. *Acta Agronómica*. 54:1-9.
- Statistical Analysis System (SAS) Institute. 2009. *SAS user's guide*. Statistics. Version 9.0. SAS Inst., Cary, NC. USA.
- Schieber, E. and Bergh, B. 1987. *Persea zentmyerii*: a new species from Guatemala. *California Avocado Society 1987 Yearbook*. 76:199-203.
- Storey, W. B.; Bergh, B. O.; Platt, R. G. and Miller, M. 1984. Observations on a second-generation progeny of a Mexican x West Indian cross. *California Avocado Society Yearbook*. 68:161-165.
- Téliz-Ortiz, D. y Marroquín- Pimentel, F. J. 2007. Importancia histórica y socioeconómica del aguacate. *In: el aguacate y su manejo integrado*. Téliz, D. and Mora, A. (Coord.). Segunda edición. Mundi-Prensa. México, D.F. 3-28 pp.