

■ Caracterización morfológica y molecular de germoplasma de aguacate en el centro de México

J.C. Reyes-Alemán¹, Ma del C. Ramírez-Mendoza¹, F. Flores-Ayala¹, M. Serrano-Hernández¹, L.M. Vázquez-García¹, J. Mejía-Carranza¹, S. Aguilar-Medel¹, R. Berdeja-Abreu² y M. de la C. Espíndola-Barquera³.

¹. Centro Universitario Tenancingo, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

². Facultad de Ingeniería Agrohidráulica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

³. Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S.C. Estado de México, México

El Centro de México es una región donde prevalece diversidad de aguacates nativos, algunos de ellos utilizados por los pobladores y otros aún sin conocer. Desde hace años se desarrolla la conservación ex situ de algunos, pero la labor principal de conservación la desarrolla el poblador de manera in situ. El conocimiento de la diversidad de una región comprende el trabajo de descripción e identificación de genotipos sobresalientes, al mismo tiempo pueden ser conocidos y utilizados sus atributos: destacando su uso potencial como variedad para el consumo en fresco, industria, portainjerto o atractivo ornamental. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio ha consistido en desarrollar un trabajo sistematizado de descripción morfológica e identificación de polimorfismos genético moleculares de individuos para distinguir sus similitudes. Con base en los polimorfismos generados en una muestra de 45 individuos, se han distinguido especies relacionadas como *Persea cinerascens*, *P. floccosa*, y la variabilidad de *P. americana* var *drymifolia* en la región. Se han generado agrupamientos que han sido comparados con *P. shiedeana*, *P. nubigena* y *P. steyermarkii* encontrándose algunas relaciones. Se describe a los genotipos identificados, se muestra su ubicación de acuerdo a dendogramas generados y se comenta la eficiencia de la combinación de los marcadores morfológicos y moleculares.

Palabras clave: Marcadores moleculares, Polimorfismos, Marcadores morfológicos, Portainjerto.

INTRODUCCIÓN

México junto con otros países de Centroamérica forma parte del centro de origen del aguacate (Barrientos-Priego, 2000), sin embargo a pesar de la enorme diversidad de especies y razas prevalece el monocultivo con la variedad Hass, debido a que presenta las características deseables en cuanto a producción y comercialización.

La zona centro de México forma parte de la denominada franja aguacatera, actualmente prevalecen genotipos de aguacates nativos pertenecientes al género *Persea* principalmente, considerando que se han hallado algunas especies y razas de este género como: *Persea americana* (raza mexicana), *Persea cinerascens* (aguacatillos silvestres), *Persea hintonii* y *Persea floccosa* (Flores, 2014).

Al haber una gran dispersión de los recursos ha surgido una gran confusión en la ubicación taxonómica de especies, razas y variedades de *Persea* debido a su alto grado de hibridación entre ellas; sin embargo al llevar a cabo la caracterización morfológica y molecular de las diferentes especies que se hallan en el estado de México es posible identificar la diversidad de los recursos genéticos con que se cuenta en una región y así hacer uso eficiente de ellos, creando nuevas variedades que puedan cumplir con las exigencias de los diferentes mercados al igual que la variedad Hass y aprovechar la diversidad genética que está a nuestro alcance en nuestra región es el objetivo.

La conservación y caracterización de germoplasma vegetal es una actividad que nos brinda la posibilidad de preservar nuestro patrimonio de biodiversidad, requiriéndose de un gran esfuerzo para proteger a los genotipos de plantas con potencial de utilidad (González-Andrés, 2001). Se han estado desarrollado trabajos sobre la caracterización morfológica y molecular de germoplasma de aguacate; sin embargo de acuerdo a revisiones, cuando ambas técnicas se conjuntan podrían permitir una descripción más completa, precisa y robusta de la información, generándose una descripción y distinción más exacta entre los individuos (Gutiérrez-Díez *et al.*, 2009).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se inició con la colecta de germoplasma (hojas jóvenes sanas) en distintos sitios ubicados en la zona centro del Estado de México, incluyendo algunos ejemplares del huerto de Centro Universitario UAEM Tenancingo y de la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S. C.

Caracterización molecular. Mediante la técnica de PCR se sintetizaron fragmentos de DNA en el genoma de aguacate. Se utilizaron las técnicas de RAPDs e ISSRs (Rentaría-Alcántara, 2005).

La extracción del ADN se realizó utilizando el kit comercial innuPREP Plant DNA Kit analytikjena de Biometra®, siguiendo la metodología marcada por el fabricante.

Mediante los perfiles de las bandas que se generan, se elaboró una matriz básica de datos para cada iniciador. Para el estudio de similitud entre genotipos, se construyeron dendogramas combinando los métodos de construcción mediante la distancia/ matriz de similitud Nei and Li / Dice y el método de construcción Neighbor – joining, mediante la matriz de similitud Jaccard y el método de construcción UPGMA y Jaccard con Neighbor-joining, con un remuestreo (“Bootstrapping”) de 1000 repeticiones en el programa Free Tree versión 0.9.1.50 (Pavlíček *et al.*, 1999). De dichas combinaciones se seleccionaron los mejores árboles de consenso con las frecuencias de cada uno de los agrupamientos (Vladimir *et al.*, 2001); para visualizar los dendogramas obtenidos se utilizó el programa Tree View 1.6.6.

Caracterización morfológica (fenotípica). Las plantas seleccionadas para el estudio se caracterizaron de acuerdo a los descriptores morfológicos propuestos para describir germoplasma de aguacate: IPGRI (1995) y UPOV (2006). En fruto se mide el peso y diámetros polar y ecuatorial, peso y diámetros polar y ecuatorial de hueso, espesor de pulpa, color de cáscara y presencia de lenticelas. En hojas se determina el largo y ancho, relación largo-ancho, color y forma de bordes. Por otra parte se determina el hábito de crecimiento de la copa de los árboles de cada uno de los genotipos. De los caracteres mencionados anteriormente se realizaron análisis estadísticos descriptivos mediante el análisis multivariado, para ello se utilizó el programa InfoStat versión (2008) (Di Rienzo *et al.*, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Exploración y genotipos colectados

Se realizaron 2 viajes de exploración y colecta a cada uno de los 6 municipios de la franja aguacatera del Estado de México, en los cuales se identificaron y referenciaron los materiales colectados (Cuadro 1). La mayor parte de los materiales colectados son nativos de la región. Otros han sido introducidos por el propio productor y que para efectos de esta investigación fueron considerados como genotipos seleccionados, pero todos ellos se preservan in situ por los pobladores, con fines comparativos fueron incluidas en la descripción 2 colectas de la raza Guatemalteca y 2 de la raza Antillana del banco de germoplasma de la Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S.C.

Cuadro 1. Genotipos colectados en la faja aguacatera del Estado de México

#	Nombre / del genotipo	Fecha de colecta	Sitio de colecta	Coordenadas y altura sobre el nivel del mar	Colector	Donador	Material colectado	Observaciones
1	Ixtapan / 1	13/01/12	Ixtapan del Oro Estado de México	19°16'20.1" 100°15'21.1" 1706 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán	Camino	Hoja. Flor. Fruto	Camino al río, árbol de +/- 90 años, híbrido tipo cascarudo
2	Ixtapan / 2	13/01/12	Ixtapan del Oro Estado de México	19°16'24.9" 100°15'24" 1740 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán	Camino	Hoja.	Camino Al río, árbol de +/- 70 años, híbrido cascarudo
3	Ixtapan / 3	13/01/12	Ixtapan del Oro Estado de México	19°16'26.3" 100°15'22.4" 1743 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán	Felipe Jaimes	Hoja. Flor.	Árbol de mas de 100 años de edad, Fruto cascarudo
4	UAEM / 1		Centro Universitario UAEM Tenancingo	18°58'5.23" 99°36'45.08" 2064 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán Felipe Flores Ayala	Centro universitario	Hoja.	Criollo de raza mexicana de unos 20 años de edad
5	UAEM / 2	23/03/1	Centro Universitario UAEM Tenancingo	18°58'5.57" 99°36'45.19" 2064 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán Felipe Flores Ayala	Centro Universitario	Hoja. Fruto.	Entrada al Huerto. Edad +/- 90 Años, árbol grande de unos 12 m de altura
6	UAEM / 3	26/03/12	Centro Universitario UAEM Tenancingo	18°58'5.9" 99°36'45.15" 2063 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán Felipe Flores Ayala	Centro Universitario	Hoja.	Criollo de raza mexicana, ubicado cerca del Auditorio. Edad +/- 120 años.
7	UAEM / 4	23/03/12	Centro Universitario UAEM Tenancingo	18°58'6.13" 99°36'45.0" 2062 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán	Centro Universitario	Hoja.	Criollo de raza mexicana, Huerto Universitario. Edad +/- 50 Años
8	UAEM / 5	26/03/12	Centro Universitario UAEM Tenancingo	18°58'6.37" 99°36'45.0" 2062 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán Felipe Flores Ayala	Centro Universitario	Hoja.	Criollo de raza mexicana, Huerto Universitario. Edad +/- 2 Años
9	UAEM / 6	26/03/12	Centro Universitario UAEM Tenancingo	18°58'6.84" 99°36'45.54" 2062 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán Felipe Flores Ayala	Centro Universitario	Hoja.	Criollo de raza mexicana, Huerto universitario. Edad +/- 40 Años
10	UAEM / 7	26/03/12	Centro Universitario UAEM Tenancingo	18°58'6.66" 99°36'46.42" 2064 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán Felipe Flores Ayala	Centro Universitario	Hoja. Fruto.	Barranca del centro universitario, fruto productivo, buen donador de semilla. Edad +/- 20 años
11	UAEM / 8	26/03/12	Centro Universitario UAEM Tenancingo	18°58'6.18" 99°36'46.0" 2064 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán Felipe Flores Ayala	Centro Universitario	Hoja.	Criollo de raza mexicana, Centro universitario. Edad +/- 12 Años

#	Nombre / del genotipo	Fecha de colecta	Sitio de colecta	Coordenadas y altura sobre el nivel del mar	Colector	Donador	Material colectado	Observaciones
12	UAEM/9	26/03/12	Centro Universitario UAEM Tenancingo	18o58'6.17" 99o36'45.96" 2064 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán Felipe Flores Ayala	Centro Universitario	Hoja.	Criollo de raza mexicana, Centro Universitario. Edad +/- 7 Años
13	UAEM/10	26/03/12	Centro Universitario UAEM Tenancingo	18o58'6.25" 99o36'45.86" 2063 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán Felipe Flores Ayala	Centro Universitario	Hoja.	Criollo de raza mexicana, Centro Universitario. Edad +/- 8 Años
14	UAEM/12	11/04/12	Centro Universitario UAEM Tenancingo	18o58'6.50" 99o36'47" 2065 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán Felipe Flores Ayala	Centro Universitario	Hoja. Fruto.	Junto a la Era del huerto Universitario Edad +/- 25 Años
15	UAEM/13	11/04/12	Centro Universitario UAEM Tenancingo	18o58'6.41" 99o36'46.86" 2065 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán Felipe Flores Ayala	Centro Universitario	Hoja. Fruto.	Criollo mexicano, Huerto Universitario. Edad +/- 15 Años
16	UAEM/14	17/04/12	Centro Universitario UAEM Tenancingo	18o58'6.16" 99o36'47.17" 2065 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán Felipe Flores Ayala	Centro Universitario	Hoja. Fruto.	Junto a la barda, de 15 metros de altura. los más viejos del Huerto. Edad +/- 120 Años
17	UAEM/15	17/04/12	Centro Universitario UAEM Tenancingo	18o58'6.14" 99o36'47.0" 2065 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán Felipe Flores Ayala	Centro Universitario	Hoja. Fruto.	Murió y rebrotó, el tronco es muy ancho. Altura 15 Metros. Edad +/- 150 Años
18	Zumpahuacan/1	21/03/12	San Pedro Guadalupe, Zumpahuacan Estado de México	18o49'11.76" 99o32'11.67" 1812 msnm	Luis Miguel Vázquez García, Juan Carlos Reyes Alemán, Felipe Flores Ayala	Sr. Crisóforo Hernández Mérida	Hoja. Fruto.	Híbridos de parentesco indefinido, semejante a Persea flocosa Fruto Cascarudo Pequeño
19	Zumpahuacan/2	21/03/12	San Pedro Guadalupe, Zumpahuacan Estado de México	18o49'11.41" 99o32'11.22" 1815 msnm	Luis Miguel Vázquez García, Juan Carlos Reyes Alemán, Felipe Flores Ayala	Sr. Crisóforo Hernández Mérida	Hoja. Fruto.	Híbrido de parentesco indefinido, Fruto Cascarudo Grande
20	Zumpahuacan/3	28/03/12	San Pedro Guadalupe, Zumpahuacan Estado de México	18o49'11.1" 99o32'11.35" 1818 msnm	Luis Miguel Vázquez García, Juan Carlos Reyes Alemán, Felipe Flores Ayala	Sr. Crisóforo Hernández Mérida	Hoja.	Híbrido de Hojas Muy Pubescentes, Rebrote de un árbol viejo, Edad +/- 90 Años, tipo cascarudo
21	Zumpahuacan/4	28/03/12	San Pedro Guadalupe, Zumpahuacan Estado de México	18o49'12.39" 99o32'10.92" 1804 msnm	Luis Miguel Vázquez García, Juan Carlos Reyes Alemán, Felipe Flores Ayala	Sr. Crisóforo Hernández Mérida	hoja	Rebrote de Un árbol viejo, de 1.5 m. de diámetro, Edad estimada +/- 150 Años. Raza mexicana
22	Zumpahuacan/5	28/03/12	San Pedro Guadalupe, Zumpahuacan Estado de México	18o49'12.44" 99o32'10.88" 1804 msnm	Luis Miguel Vázquez García, Juan Carlos Reyes Alemán, Felipe Flores Ayala	Sr. Crisóforo Hernández Mérida	Hoja. Fruto.	Edad +/- 20 Años. Tipo cascarudo, probable Persea flocosa
23	Pilar/1	03/04/12	El Batán Mun. Donato Guerra, México	19o19'39.31" 100o07'55.73" 2235 msnm	Luis Miguel Vázquez García, Juan Carlos Reyes Alemán, Felipe Flores Ayala	Sr. Ernesto Cordero	Hoja. Fruto.	Criollo de raza mexicana, árbol enorme de unos 17 m , +/- 120 Años
24	Pilar/2	03/04/12	El Batán Mun. Donato Guerra, México	19o19'39.73" 100o07'52.89" 2241 msnm	Juan Carlos Reyes A., José de Jesús Zárate Chávez, Alfredo López Jiménez	Sr. Ernesto Cordero	Hoja. Fruto.	Criollo de raza mexicana, Buen Productor de semilla. Edad +/- 20 Años
25	Pilar/3	03/04/12	El Batán Mun. Donato Guerra Estado de México	19 o19'38.76" 100 o07'52.99" 2242 msnm	Juan Carlos Reyes A., José de Jesús Zárate Chávez, Alfredo López Jiménez	Sr. Ernesto Cordero	Hoja. Fruto.	Criollo de raza mexicana, Buen productor de semilla año con año, Edad +/- 20 Años
26	Guatemalteco/63	15/03/12	Rancho la Cruz, Coatepec Harinas, Estado de México	18 o55'11.86" 99 o45'33.34" 2230 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán	CICTAMEX S.C.	Hoja.	Raza Guatemalteca, accesión del banco de germoplasma, originario de Chiapas. Edad +/- 12 Años
27	Guatemalteco/114 (Olanca 2S3)	15/03/12	Rancho la Cruz, Coatepec Harinas, Estado de México	18 o55'11.76" 99 o45'33.12" 2230 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán	CICTAMEX S.C.	Hoja.	Raza Guatemalteca, accesión del banco de germoplasma, originario de Chiapas. Edad +/- 12 Años
28	Antillano/102 (Marichal)	15/03/12	Rancho la Cruz, Coatepec Harinas, Estado de Mexico	18o55'14.28" 99o45'32.87" 2227 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán	CICTAMEX S.C.	Hoja.	Raza Antillana, accesión del banco de germoplasma, originario de Costa Rica. Edad +/- 12 Años
29	Antillano Ixtapan	15/03/12	Rancho la Cruz, Coatepec Harinas, Estado de Mexico	18 o55'12.14" 99 o45'31.75" 2228 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán	CICTAMEX S.C.	Hoja.	Raza antillana, accesión del Banco de germoplasma, originario de Sinaloa. Edad +/- 12 Años
30	Orfanell 1	28/01/13	El Pinal del Marquesado	19 o07'31.83" 100 o16'23.45" 1680 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán	Sr. Luis Orfanell	Hoja	Probablemente Persea cinerascens, población nativa de aguacatillos.

#	Nombre / del genotipo	Fecha de colecta	Sitio de colecta	Coordenadas y altura sobre el nivel del mar	Colector	Donador	Material colectado	Observaciones
31	Cántaro	14/02/13	Villa Guerrero, México	18° 57' 46.22" 99° 39' 03.77" 2179 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán	Sr. Alfonso García	Hoja	Raza mexicana, accesión sobresaliente por su calidad de fruto para consumo en fresco
32	Mejorado de aceite	14/02/13	Villa Guerrero, México	18° 57' 46.22" 99° 39' 03.77" 2179 msnm	Juan Carlos Reyes Alemán	Sr. Alfonso García	Hoja	Raza mexicana, accesión sobresaliente por su fruto grande, de excelente calidad para consumo en fresco y alto contenido de aceite en su pulpa

Diversidad colectada

Las actividades de exploración, colecta y caracterización del presente trabajo permitieron conocer mediante una muestra representativa la diversidad existente en 6 municipios del Estado de México. El género *Persea* se divide en dos subgéneros *Persea* y *Eriodaphne*; aunque morfológicamente existen diferencias en el hábito de crecimiento y desarrollo vegetativo entre ambos subgéneros; lo que los distinguen es sin duda el tamaño del fruto: aguacates grandes y verdaderos en el primer caso y aguacatillos (1-2 cm de diámetro) en el segundo caso. En la población de Tenería en Tejupilco, pero en el Pinal del Marquesado en Otzoloapan localizamos a otra población de genotipos, cuyo fruto tipo aguacatillo es muy parecido al de Tejupilco aunque sus hojas son menos pubescentes siendo más semejantes a *Persea cinerascens*, este último es otro aguacatillo reportado para la región de Tacámbaro, Michoacán (García, 1970).

Otro grupo de genotipos fue colectados se denominaron “cascarudos” (Ixtapan 1, 2 y 3) y (Zumpahuacán 1, 2, 3, y 5), cuyos frutos de formas que va de redondo a aperados son de cáscara gruesa de 0.2-0.3 cm y dura y de longitud de 8 a 10 cm con lenticelas grandes y corchosas. Las hojas de estos ejemplares son hojas grandes de 12 a 20 cm de longitud, de textura gruesa y muy pubescentes, estos genotipos son muy semejantes a *Persea floccosa* (Williams, 1976), *P. floccosa* es una especie reportada en Puebla, Veracruz y Chiapas, es probable que los tipos cascarudos del Estado de México tengan relación con esta especie.

La tercer especie que habita el Estado de México y la de mayor variabilidad con genotipos nativos en casi todos los municipios del sur es *Persea americana*. Esta especie comprende tres razas hortícolas; Mexicana, Antillana y Guatemalteca (*P. americana* var. *Drymifolia*, *P. americana* var. *americana* y *P. americana* var. *guatemalensis* respectivamente). En el estudio se incluyeron 17 genotipos de la raza mexicana, que es la raza de *P. americana* dominante en la región estatal. Al interior de esta especie prevalece una gran variabilidad de tipos de hojas, con formas variadas, de frutos diversos aunque conservando sus características propias de la raza mexicana como lo es el olor a anís de sus hojas, frutos de cáscara delgada con alto contenido de aceite, estas y otras características morfológicas se describen ampliamente en el catálogo de accesiones que se integra.

Dentro de la raza Mexicana sobresalen tipos que tienen un trabajo previo de selección por parte del productor como es el caso del “Mejorado de Aceite” y “Cántaro” de Villa Guerrero, Estado de México; ambos genotipos constituyen variedades criollas mejoradas identificadas por el Sr. Alfonso García, quien en un esquema de Conservación in situ ha desarrollado a pequeña escala dichas variedades de manera comercia.

También son de interés los genotipos identificados con el nombre de pilares (1, 2 y 3), que son criollos de raza mexicana provenientes de la localidad “El Batán”, municipio de Donato Guerra. Uno de estos árboles tiene una edad cercana a los 100 años, son muy productivos año con año y sus semillas medianas (3-4 cm de diámetro) sobresalen como fuente de semilla para el viverismo por su uniformidad y alto porcentaje de germinación.

Otro grupo importante de esta raza lo constituyen los genotipos denominados “UAEM” (del 1 al 15), estos genotipos son conservados in situ en el huerto del Centro Universitario UAEM Tenancingo, se desconoce su origen y su colector, aunque algunos se originaron en el sitio por sí mismos, otros fueron establecidos como plantas injertadas de las variedades “Hass” y “Fuerte”, algunos persisten como tal, en otros el injerto murió y lo que prevalece es el rebrote del portainjerto, cualquiera que haya sido su origen fueron caracterizados morfológicamente; algunos muestran los frutos típicos de la raza mexicana y poseen un tamaño de mediano a grande de fruto con buena palatabilidad, en casi todos los casos fueron evaluados el porcentaje de germinación de su semilla y sus cualidades viverísticas están siendo observadas en vivero, este último aspecto constituye otro tema de investigación.

La conjunción de polimorfismos de RAPDs e ISSRs analizados en el dendograma de la Figura 1, tiene la finalidad de robustecer la información que se generó por separado mediante las técnicas, en dicha figura se distinguen un alejamiento del género afín *Bleishmiedia anay* (anayo de Puebla) y la especie *Persea cinerascens* (aguacate cimarrón de Orizaba y Michoacán), el resto de los materiales no muestran una distinción clara de algún agrupamiento, lo que hace suponer que la riqueza del género *Persea* comparte similitud en su genoma es decir que los genotipos actuales son producto de hibridaciones naturales a lo largo del tiempo pero que comparten un genoma semejante con poca variación como lo señala Reyes, *et al.* (2013) al mencionar que tanto los marcadores basados en RAPD e ISSR son útiles para diferenciar los diferentes genotipos de *Persea*.

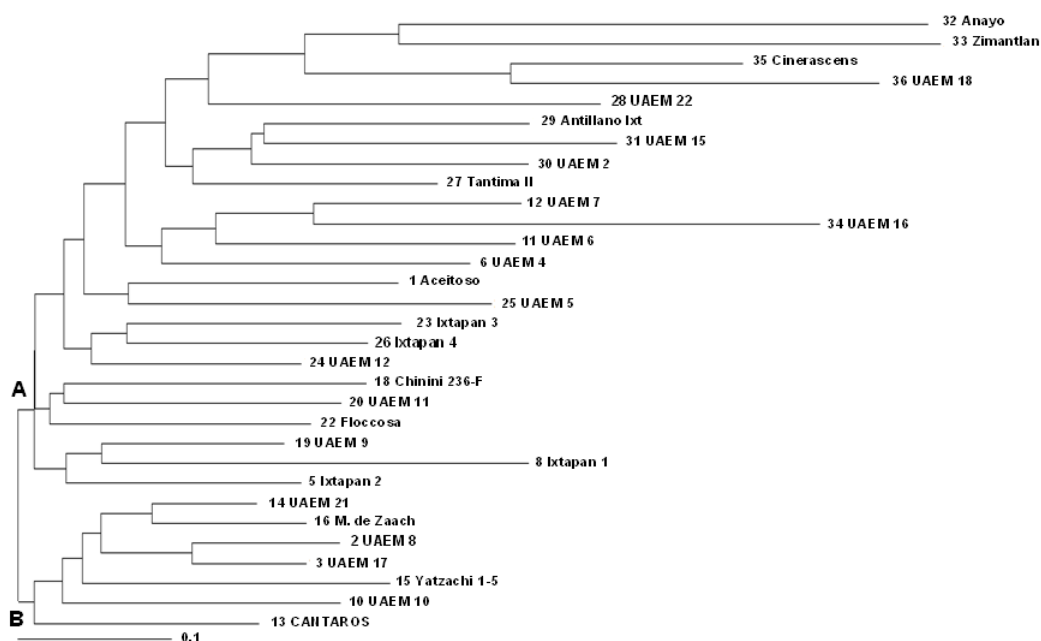


Figura 1. Dendrograma Combinado con datos RAPDs e ISSRs mediante la distancia/matriz de similitud Nei and Li/Dice- y el metodo de construccion Neighbor joining. (5) en genotipos de *Persea* spp.

Sin embargo, mediante RAPDs fue posible observar una tendencia a agruparse a los genotipos de la serie UAEM que corresponden a una población de origen desconocido pertenecientes a la raza mexicana (*Persea americana* Mill var. *Drymifolia*) con la raza antillana (*Persea americana* var. *Americana*) y con la raza guatemalteca (*Persea americana* var. *Guatemalensis*), probablemente porque estas tres razas corresponden a la misma especie (*Persea americana*). De los UAEM se desconoce su origen, sin embargo, se han identificado algunos ejemplares que pudieron haberse seleccionado en el pasado por colectores no identificados y traídos al sitio por sus características de fruto grande y de buen sabor como los UAEM 14 y 17 que presentan dichas características, aunque otros ejemplares son de sabor apetecible, son de un tamaño pequeño y probablemente hayan surgido a partir de rebrotes del árbol original injertado.

CONCLUSIONES

El análisis molecular sugiere que los individuos agrupados, por el análisis de dendrograma, comparten similitud en su genoma probablemente como producto de hibridaciones naturales a lo largo del tiempo.

Los marcadores moleculares tipo RAPDs e ISSRs resultaron eficientes en la caracterización de colectas de aguacate realizadas en el Estado de México, logrando robustecer su interpretación al combinar ambas técnicas.

LITERATURA CITADA

- Barrientos-Priego, A. F., Luis López L. 2000. Historia y genética del aguacate. pp. 3-15. In: Téliz D. (ed.). El aguacate y su manejo integrado. Ed. Mundi-prensa, México. 300 p.
- Flores-Ayala, F. 2014. Caracterización Morfológica de Colectas de Aguacate del sur del Estado de México. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México. Tenancingo, Edo. Méx. 85p.
- García, A. 1970. Estudio botánico-citológico del "Canelillo" (*Persea* af. *cinerascens*, Blake) su posible utilización. *Agrociencia* 5(1): 119-127.
- González-Andrés, F. 2001. Caracterización Morfológica. Conservación y caracterización de recursos filogenéticos. pp. 199-217 In: González-Andrés y J. M. Pita V. (eds.). Conservación y caracterización de recursos fitogenéticos. Publicaciones Instituto Nacional de Educación Agrícola. Valladolid, España 278 p.
- Gutiérrez-Díez A., Martínez-de la Cerda J., García-Zambrano E., Iracheta-Donjuán L., Ocampo-Morales J. y I. M. Cerda-Hurtado. 2009. Estudio de la diversidad genética del aguacate nativo en Nuevo León, México. *Fitotecnia Mexicana*. 32(1): 9-18.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. 2008. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. (<http://www.infostat.com.ar>)
- IPGRI. 1995. Descriptores para aguacate-Descriptors for avocado (*Persea* spp.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI-FAO). Roma, Italia. pp.54
- Kopp, L. 1966. A taxonomic revision of the genus *Persea* in the Western Hemisphere (*Persea*-Lauracea). *Mem. New York Bot. Gard* 14: 1-117.

- Pavlicek A., Hrdá S. and J. Flegr. 1999. Free Tree freeware program for construction of phylogenetic trees on the basis of distance data and bootstrap/jackknife analysis of the tree robustness. Application in the RAPD analysis of genus *Frenkelia*. *Folia Biologica* 45 (3). pp. 97-99.
- Rentaría-Alcántara M. 2005. Breve revisión de los marcadores moleculares. Capítulo 18: Disponible en; www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/530/cap-18.pdf. Consultado 6 de agosto, 2013.
- UPOV. 2006. *Avocado (Persea americana Mill)*. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Enlarged Editorial Committee, Geneva, Switzerland. 34 p.
- Vladimir, H., A. Pavlícek and J. Flegr. 2001. Construction and bootstrap analysis of DNA fingerprinting-based phylogenetic trees with the freeware program FreeTree: application to trichomonadparasities. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 51:731-735.
- Williams, L. O. 1977. The avocados, a synopsis of the genus *Persea*, subg. *Persea*. *Econ. Bot.* 31: 315-320.



ACTAS • PROCEEDINGS

VIII CONGRESO MUNDIAL DE LA PALTA 2015

del 13 al 18 de Septiembre. Lima, Perú 2015

www.wacperu2015.com

