

■ Descripción morfométrica de híbridos de aguacate (*Persea americana* Mill.)

M. C. Espíndola-Barquera¹, E. Campos-Rojas², A. E. Santiago-Pablo³; E. Aragón-Robles³, E. A. Sánchez-González¹.

¹ Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S.C., Coatepec Harinas, México

² Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

³ Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.

RESUMEN

Un problema potencial del cultivo del aguacate, es la carencia de cultivares alternativos al 'Hass', el cual abarca 90% de la superficie cultivada en México; esto marca la necesidad de contar con cultivares de calidad y productividad semejante o superior a 'Hass', genéticamente diferentes, que asegure una mayor estabilidad en las zonas productoras. Por lo anterior el objetivo fue caracterizar una población de 105 árboles de 'Hass' x 'Pionero', mediante el empleo de taxonomía numérica, para destacar las novedades de los individuos en la obtención de nuevas variedades. Las variables que determinaron las diferencias entre materiales fueron en primer lugar características del pedicelo, fruto y semilla; en segundo lugar fueron de inflorescencia, fruto y pedicelo; y en tercer lugar características de inflorescencia y hoja. Caracteres cualitativos que explicaron la mayor variabilidad en la población fueron: ondulación del borde de la hoja, depresión del extremo peduncular en el fruto, grosor del pedicelo, adherencia de la cáscara a la pulpa, aroma de anís de la pulpa, adherencia de la cubierta seminal a la pulpa y adherencia de la cubierta seminal al cotiledón. Los caracteres cuantitativos que explicaron la mayor variabilidad fueron: longitud del fruto, diámetro del fruto, relación longitud/diámetro del fruto, peso del fruto, longitud del pedicelo, relación longitud del fruto/longitud de la semilla, longitud de la semilla, diámetro de la semilla y peso de la semilla.

Palabras clave: Características, Cualitativo, Cuantitativo, Fruto.

INTRODUCCIÓN

El aguacate *Persea americana* Mill., es uno de los frutales más importantes en México, su importancia se deriva del beneficio económico que derrama entre productores, comercializadores, industrializadores, consumidores, y mano de obra que genera. En México, aun no se disponen de suficientes variedades alternativas a 'Hass' con amplia adaptación y calidad superior.

Los descriptores de caracterización permiten la discriminación fácil y rápida entre fenotipos. Generalmente son caracteres altamente heredables, fácilmente detectados a simple vista y se expresan igualmente en todos los ambientes. Además, pueden incluir un número limitado de caracteres que son deseables según el consenso de los usuarios de un cultivo en particular (Jiménez y Collada, 2000). Se planteó como objetivo caracterizar morfológicamente una población de segregantes de aguacate procedentes de la cruce de 'Hass' x 'Pionero' mediante descriptores morfológicos para determinar variantes y proponerlas como nuevas variedades.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el año de 2000 se realizaron diferentes cruces controladas de Hass x Pionero, en Coatepec Harinas, Estado de México. En 2001 se sembraron las semillas, producto de las cruces, y en 2002 las plantas fueron establecidas, en un huerto vivero (1 x 1 m), en San Andrés de los Gama, Temascaltepec, Estado de México. Se realizaron podas para acelerar su salida del periodo juvenil; sin embargo, en 2003 sufrieron daños por una helada, de las plantas que sobrevivieron se inició la cosecha de fruta a partir de 2010.

La caracterización morfológica se realizó de acuerdo con la Directriz para ejecución del examen para la distinción, la homogeneidad y estabilidad de aguacate (*Persea americana* Mill.) de la UPOV y el Manual gráfico para la descripción varietal de aguacate (Barrientos-Priego *et al.*, 2010). El registro de características se realizó durante dos años consecutivos para cada material. Se obtuvo información de 105 árboles, en cada árbol se registraron 20 datos de cada una de las características 2 a 65, y un registro de las características 1, 66 y 67.

Se separaron las características cuantitativas y cualitativas para su análisis. Se generó una base de datos con todas las variables a evaluar en el programa Excel versión 2010. Dicha base se sometió a un análisis cladístico comparando los segregantes, con 'Colín V33' como taxón externo, para lo cual se usó el algoritmo de parsimonia del programa de Nona (Goloboff, 1993) en conjunto con el programa WinClada (Nixon, 2002). El resultado final se obtuvo con las siguientes características: búsqueda heurística con 100 repeticiones Stepwise y TBR ramas combinando con MULTIPARS activado; todos las características fueron valorados igualmente. Valores de Bootstrap y Jackknife para los nodos se calcularon con 100 repeticiones, 100 repeticiones de la búsqueda (mult*1000), con TBR combinado y 100 como número máximo de juego de árboles.

El análisis de conglomerados jerárquicos se realizó mediante el procedimiento CLUSTER SAHN de NTSYS, se realizó el algoritmo por agrupamiento que permitió formar grupos relativamente homogéneos con base en alguna similitud existente entre ellos, maximizando la variación entre los grupos y minimizando la variación dentro de ellos, se generaron dos dendogramas, uno para características cualitativas y otro para cuantitativas, dentro de los cuales se distinguió los grupos conformados dentro de la población en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en el Análisis cladista, se aprecia la formación de 12 clados y materiales sin agrupación pero distintivos por sí mismos. El primer clado está compuesto por los árboles 20, 19 y 23, teniendo como principal característica hojas grandes; encontrándose en el rango de 2.7 a 2.9 cm, ubicándolo en la escala 7, respecto a la relación longitud/anchura. En el segundo clado se encontraron dos materiales hermanados, el árbol 39 y 40 cuyas características distintivas generales fueron: semilla de forma circular (ubicado en el nivel 4) en la sección longitudinal (vista lateral), adherencia media de la cubierta seminal a la pulpa y una longitud corta (4.09 a 6.53 cm) del eje de la inflorescencia. En el tercer clado se encontraron dos materiales hermanados: árbol 76 y el 89; presentando este último la novedad de: Fuerte brillantez del fruto, compartiendo las características distintivas de estilo recto en la flor y fruto maduro de color verde medio. Otra de las características que presentan los materiales del clado tres en cuanto a su fruto es pulpa de color amarillo, de longitud corta (0.1 a 0.6 cm) del entrenudo en el brote, bajo (11.5 a 14.49) número de venas secundarias en la hoja y con una anchura moderadamente estrecha (1.58 a 2.56 mm) de la capa junto a la cáscara en fruto maduro.

Dentro del cladograma podemos apreciar la ubicación de la variedad 'Hass', la cual no se agrupa directamente con los materiales pero a partir de aquí todos los materiales ubicados en el clado 4 al 12 presentan una característica sobresaliente dentro del mejoramiento, la cual es un sabor aceptable de su fruto. El cuarto clado, es el más cercano a 'Hass'. Está agrupación está compuesta por 5 materiales: el árbol 2, 90, 45, 37 y 95, cuyas características generales son: presencia de torsión en toda la longitud en la hoja y con pedicelo ligeramente oblicuo en el fruto.

El quinto clado es representativo de la 'Pionero', es decir estos materiales son los más semejantes en cuanto a características de dicho genotipo, diferenciables por la característica distintiva de fruto maduro de color verde oscuro, siendo este el clado más grande y con dos subgrupos. Este clado se dividió en dos subgrupos, el primero estuvo formado por los genotipos: 57, 35, 11, 74, 1, 4, 26, 18, 16, 85, 29, 10 y el 70, definido por la característica de ausencia de polen en la flor. El segundo subgrupo, conformado por los materiales: 69, 21, 72, 30, 32, 50, 59, 9, 33, 'Colín V-33' (CV), 103, 42, 49, 8, 63, 3, 61, 65, 101, 14, 5, 13, 86, 15, 17 y el 36, definido por las características: forma redondeada estrecha del extremo peduncular en el fruto, cáscara membranosa y de grosor muy delgada (0.05 a 0.34 mm), con una adherencia intermedia de la cáscara a la pulpa y peciolo largo (5.15 a 5.78 cm).

El sexto clado, conformado por los materiales: 73 y 78; está sustentado por la homoplasia general Fuerte ondulación del borde de la hoja. El séptimo clado está conformado por los genotipo: 31, 38, 64, 60, 24 y el 5, cuyas características generales son: lenticelas de color marrón y pulpa amarilla en el fruto maduro. Los materiales de este clado poseen un excelente color de pulpa y un sabor aceptable de la misma, por lo tanto dichos materiales pueden ser tomados en cuenta para futuros programas de mejoramiento.

El octavo clado está sustentado por las homoplasias generales: fruto maduro de color verde oscuro (4) y de longitud corto (10.71 a 13.23 cm). Los materiales que conforman este grupo son: 106, 112, 67 y el 81. El noveno clado está conformado por las homoplasias generales: relieve protuberante de las venas en la parte superior de la hoja, lenticelas de color verde claro en el fruto maduro y con una hoja muy grande (3.2 a 3.5 cm) con respecto a la relación longitud/anchura.

Perteneciente a este grupo encontramos a los materiales: 52, 53, 43, 66, 98, 27, 104, 22, 46, 96, 109, 92, 107, 58, 55, 83, 68 y el 100, presentando algunas novedades en cuanto a la presencia de pulpa de consistencia granulosa (genotipo 96), presencia de aroma a anís en la pulpa del material 109 y pedicelo de color rojizo, en el genotipo 83.

El décimo clado está sustentado por las homoplasias generales: brillantez ausente o débil (1) en el fruto; semilla de forma circular en la sección longitudinal (vista lateral) y el fruto presenta un sabor bueno ubicándose en el nivel 4. Por lo anterior este clado es el más cercano en cuanto a la característica de sabor que posee la variedad 'Hass'; siendo este excelente y el cual se ubica en el máximo nivel con una escala de 5, ganándole tan solo por un nivel a los materiales del clado diez. Perteneciente a este clado encontramos a los materiales: 99, 97, 75, 88, 51, 110, 12 y el 47, dentro de este grupo solo el material 88 presento como novedad la presencia de peciolo muy cortos en sus hojas.

El clado 11 se conformó por los genotipos: 54, 62, 71, 108, 94 y el 105. Se sustentaron por las homoplasias generales: pedicelo de forma cónica y fruto maduro de color púrpura oscuro o negro. Dentro de este agrupamiento se determinó la novedad de lenticelas púrpuras en los brotes jóvenes en el árbol 108.

En el clado 12 se sustentó por las homoplasias generales: pulpa de color blanquecino en fruto maduro y con una anchura moderadamente estrecha (1.588 a 2.56 mm) de la capa junto a la cáscara. Dentro de este clado se agruparon los materiales: 77, 28, 79, 44, 93, 82, 84 y el 91. El material 82 presento la novedad de poseer hojas muy cortas (6.9 a 9.2 cm) en cuanto a su longitud.

A partir del dendograma jerárquico obtenido de las características cualitativas se apreció la conformación de 10 grupos. El grupo I formado por dos genotipos, el 'CV-33' y el 37, diferenciables de los demás por ser homogéneos en el color rojizo del brote joven, lenticelas verdes en el brote, ápice torcido y acuminado, relieve protuberante de las venas secundarias y no presentan aroma a anís en la hoja.

La similitud en el grupo II la comparten los genotipos: 19, 100, 38, 108, 42, 49, 45, 92, 2, 4, 12, 47, 90, 109, 59, 17 y 18, y consiste en el color rojizo del brote joven y no presentan densidad de la pubescencia en la parte inferior de la hoja. El grupo III compuesto por los genotipos 1, 3 y 13, poseen gran variedad de características pero uno de los más homogéneos es la ondulación del borde; la cual es media, sus frutos presentan presencia de cuello y de forma aplanada de la parte estilar.

La similitud en el grupo IV, conformado por los genotipos: 36, 39, 65, 88, 40, 48, 112, 95 y 96, consiste en que tienen un árbol de porte abierto y sus hojas son lanceoladas. El grupo V, formado por los genotipos: 41, 71, 50, 62, 54, 97, 99 y 64, poseen similitud en cuanto al árbol de porte abierto y color rojizos de sus brotes jóvenes.

El grupo VI, conformado por los genotipos: 33, 104, 68, 76, 79, 52, 75, 103, 78, 82, 46, 55, 58, 83, 98, 51, 93, 57 y 86, diferenciable de los demás por poseer hojas lanceoladas, no presentan torsión tanto en longitud como en el ápice, así como carencia de la densidad de la pubescencia en la parte inferior de la hoja y de aroma a anís.

El grupo VII, compuesto por los genotipos: 32, 110, 66, 73, 67, 105, 106, 81, 72, 43, 85, 70, 53, 61, 101, 77, 94 y 91, poseen un árbol de porte abierto, hojas perpendiculares con relación con el brote y relieve hundido de las venas en la parte superior.

El grupo VIII, compuesto por los genotipo: 24, 56, 31, 44, 60, 107 y 29, diferenciables de los demás por poseer hojas con porte hacia arriba en relación con el brote, no presentan torsión tanto en la longitud como en el ápice de la hoja y con un relieve plano de las venas en la parte superior de la hoja.

El grupo IX, conformado por los genotipos: P (Pionero), 8, 11, 7, 74, 69, 27, 35, 5, 9, 26, 84, 22, 28, 21, 63, 16, 15 y 14, teniendo como principal similitud: árbol de porte abierto, brotes jóvenes rojizos, lenticelas verdes en el brote, porte hacia arriba de la hoja en relación con el brote, no presentan torsión tanto en la longitud como en el ápice de la hoja y carecen de densidad de la pubescencia en la parte inferior de la hoja y del aroma de anís.

El grupo X, formado por los genotipos: H (Hass), 89, 20, 34, 23 y 30, homogéneos por poseer las lenticelas verdes en el brote joven, porte perpendicular de la hoja en relación con el brote, ápice agudo de su hoja y no presentan torsión en la longitud y ápice de la hoja. El único material que no se agrupó fue el genotipo: 10, cuya característica distintiva es poseer un fruto maduro de color rojizo.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, existe variabilidad morfológica de características cuantitativas y cualitativas entre los materiales caracterizados.

Las características cualitativas que explicaron la mayor variabilidad fueron: ondulación del borde de la hoja, color de las lenticelas en la inflorescencia, depresión del extremo peduncular en el fruto, grosor del pedicelo en comparación con el pedúnculo, forma del pedicelo, adherencia de la cáscara a la pulpa, aroma de anís de la pulpa, adherencia de la cubierta seminal a la pulpa y adherencia de la cubierta seminal al cotiledón.

Las características cuantitativas que explicaron la mayor variabilidad fueron: longitud de la hoja, anchura de la hoja, relación longitud/anchura de la hoja, longitud del peciolo, longitud del eje principal de la inflorescencia, longitud del fruto, diámetro del fruto, relación longitud/diámetro del fruto, peso del fruto, longitud del pedicelo, relación longitud del fruto/longitud de la semilla, longitud de la semilla, diámetro de la semilla y peso de la semilla.

CONCLUSIONES

El análisis cladístico, determinó que los clados de mayor importancia son el VII (31, 38, 64, 24 y 5), X (99, 97, 75, 88, 51, 110, 12 y el 47) y el XI (54, 62, 71, 108, 94 y 105), cuyas características distintivas fueron: pulpa de color amarillo, sabor aceptable y fruto de color púrpura oscuro o negro respectivamente, características deseables dentro de las nuevas variedades que sean similares o mejores que 'Hass'.

LITERATURA CITADA

- Barrientos-Priego, A.F., Reyes-Alemán, J.C.; Aguilar-Melchor, J.J. 2010. Manual Gráfico para la descripción varietal de aguacate; Graphic Handbook for the Description of avocado varieties. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SNICS-SAGARPA) y la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Tlalneptla, Estado de México. 136 p.
- Goloboff, P.A. 1993. Nona Ver. 1.5.1. American Museum of Natural History, New York. EEUU. s/p.
- Jiménez, P. & Collada, C. 2000. Técnicas para la evaluación de la diversidad genética y su uso en los programas de conservación. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales, Fuera de Serie (Chile) 2: 237-248.
- Nixon, K.C. 2002. Winclada Ver. 1.00.08. Publicado por el autor. Ithaca, New York. EEUU. s/p.
- UPOV. 2006. Aguacate. *Persea americana* Mill. Directrices para el examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad.



ACTAS • PROCEEDINGS

VIII CONGRESO MUNDIAL DE LA PALTA 2015

del 13 al 18 de Septiembre. Lima, Perú 2015

www.wacperu2015.com

