

Introducción

La colección colombiana de aguacate (*Persea americana* Mill.) con 60 accesiones, conservada *ex situ* y mantenida por CORPOICA en Palmira, es la mayor colección de esta especie frutal en Colombia. La especie *P. americana* es un árbol sub-tropical, diploide (2n=24) y ha sido dividida principalmente en tres razas hortícolas conocidas como la Mexicana, la Guatemalteca y la Antillana. Además de la presencia de híbridos, ya que la hibridación ocurre entre ellas con facilidad (Bergh y Ellstrand, 1986; Storey *et al.*, 1986). Por ser el aguacate una especie de polinización abierta, contiene una gran variabilidad genética en su germoplasma, con amplias posibilidades para su aprovechamiento. Esta diversidad ha tenido un gran impacto sobre el desarrollo del cultivo y la industria del aguacate a nivel mundial (Bergh, 1992). Para poder hacer un uso eficiente y un manejo adecuado de la colección colombiana de aguacate nos hemos propuesto conocer la diversidad y el nivel de redundancia genética presentes en esta colección, usando la tecnología de los marcadores moleculares de ADN basados en la PCR.

Materiales y Métodos

Material vegetal. Consiste de 60 accesiones de aguacate mantenidas por CORPOICA en Palmira y de las cuales se reportan en este estudio, 56 accesiones analizadas. En la Tabla 1 aparecen estas accesiones con los datos de la raza hortícola y su procedencia geográfica. Adicionalmente dos especies silvestres: *Persea caerulea* y *P. rigens* fueron muestreadas en Colombia, para ser incluidas como grupos externos en el análisis estadístico.

Accesión	Raza ¹	Procedencia ²	Accesión	Raza	Procedencia ²
<i>P. caerulea</i>	W	Valle, COL	Nativo 201	A	Valle, COL
<i>P. rigens</i>	W	Quindío, COL	Booth 5	GxA	Florida, USA
Trapica	A	Valle, COL	Hulumana	A	Zona Canal, PAN
Lorena	A	Valle, COL	1607	M	California, USA
Oriente 1	A	Valle, COL	Bacon	GxM	California, USA
Hass	G	California, USA	135-27	GxM	California, USA
Jim	GxM	California, USA	Collinrad	GxA	Florida, USA
HX 48	GxM	California, USA	Booth 7	GxA	Florida, USA
135-15	GxM	California, USA	Waldin	A	Florida, USA
Papelillo	A	Valle, COL	Semil 44	GxA	Rio Piedras, PRI
Simmonds	A	Florida, USA	Monroe	GxA	Florida, USA
Peterson	A	Florida, USA	Trapp	A	Florida, USA, PAN
Itzamna	G	Santa MJ, GTM	135-21	GxM	California, USA
Nabilico	G	Desconocida	Pollock	A	Florida, USA
Kanola	G	Antigua, GTM	Booth 1	GxA	Florida, USA
Tumaco	A	Nariño, COL	Lula	GxA	Florida, USA
Winslowson	GxA	Florida, USA	G755	G	Coban, GTM
Hayes	GxM	California, USA	Puebla	M	Puebla, MEX
Fuerte	GxM	Atlixco, MEX	Gottfried	M	Florida, USA
135-20	GxM	California, USA	La Selva	GxM	Antioquia, COL
Costa Rica	GxM	Antioquia, COL	Booth 8	GxA	Florida, USA
143-77	GxM	California, USA	Dr. Sardi	A	Valle, COI
Trinidad	GxA	Zona Canal, PAN	Zutano	GxM	California, USA
Choquette	GxA	Florida, USA	Ibague	A	Tolima, COL
Gripina	GxA	Rio Piedras, PRI	Los Silos	A	Antioquia, COL
Mayapan	G	Purula, GTM	Gwen	GxM	California, USA
Duke 7	M	California, USA	Marcus	A	Florida, USA
Marzala	A	Zona Canal, PAN	Ruehle	A	Florida, USA
Ocultal 1	A	Antioquia, COL	Fairchild	GxA	Florida, USA

Tabla 1. Accesiones de la colección colombiana de aguacate y especies silvestres de *Persea* de Colombia, incluidas en este estudio.

Metodología. La tecnología molecular de ADN usada fue el AFLP³, la cual es un marcador molecular basado en la tecnología de la PCR. El criterio de selección fue la gran magnitud de cubrimiento del genoma y la alta repetitividad de la información generada. El AFLP fue desarrollado como se describe en el protocolo de Vos *et al.*, 1995, con algunas modificaciones hechas en nuestro laboratorio, para aguacate. Debido al tamaño moderado del genoma del aguacate (8,83 x 108 bp) (Bergh, 1992), se usaron combinaciones de cebadores EcoR1/Mse1 del tipo 2/3 para los AFLPs. Inicialmente fueron probadas 16 combinaciones de las que se seleccionaron cuatro, por la calidad y polimorfismo de los fragmentos amplificadas, las cuales son en orden descendente: E-AC/M-CAC, E-AC/M-CTC, E-AG/M-CTA, E-AG/M-CAT.

¹ Designación de las razas botánicas de aguacate: W (especies silvestres); A (antillana); G (guatemalteca); M (mexicana); GxA (híbrido entre guatemalteca y antillana) y GxM (híbrido entre guatemalteca y mexicana).
² La procedencia corresponde primero a la provincia y segundo al país según el código FAO. Para reportar la raza botánica y la procedencia se consultaron las siguientes fuentes: CORPOICA, Colombia (Bernal y Diaz, 2005; CORPOICA, 2004); PROFRUTALES LTDA, Colombia (Rios-Castaño y col, 2005); Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia (Vargas y Palacios, com. pers.).
 También se consultaron las siguientes páginas WEB:
 Biblioteca virtual sobre aguacate: <http://avocadosource.com/>;
 Aguacates de Florida (USA): <http://edis.ifas.ufl.edu/H5284>;
 Aguacates de California: <http://www.avocado.org/about/varieties.php>;
³ sigla correspondiente a la expresión en inglés del "Polimorfismo en la Longitud de los Fragmentos Amplificados"

Resultados y Discusión

Nivel de redundancia y genotipificación genética. El dendrograma construido mediante un análisis de conglomerados sobre la matriz de similitud de Nei-Li a partir de los perfiles moleculares de las accesiones, usando las cuatro combinaciones, mostró que sólo existe 1.8% de redundancia genética (dos accesiones como un posible duplicado genético) en las 56 accesiones analizadas de la colección colombiana de aguacate (Fig. 1).

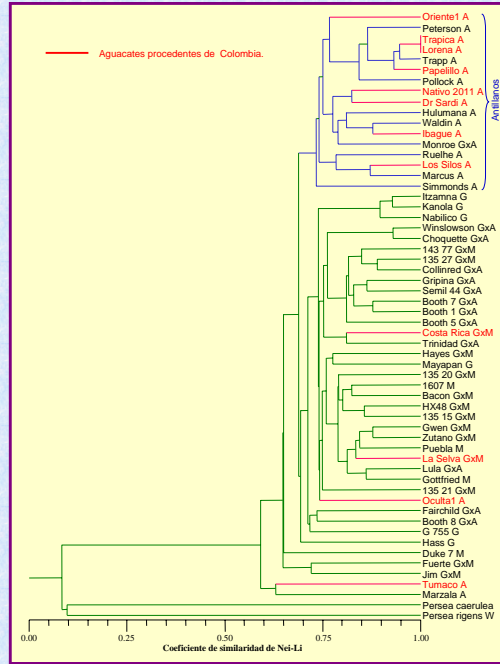


Figura 1. Dendrograma mostrando las 56 accesiones analizadas de *P. americana*, una de *P. caerulea* y otra de *P. rigens*.

El posible duplicado genético reportado aquí corresponde a las accesiones "Lorena" y "Trapica", las cuales son similares en el fruto, el hábito de la planta, son de raza Antillana y fueron originadas por selección masal en el Valle, Colombia. Sin embargo, hay algunas diferencias de carácter morfoagronómico entre ellas (Rios-Castaño, com. personal; Rios-Castaño y col, 2005). Por lo tanto, lo más prudente es proponerlas como un posible duplicado genético de la colección colombiana de aguacate (Fig. 2).



Figura 2. Frutos y perfil molecular de los AFLPs de Lorena y Trapica.

El dendrograma de la Figura 1, muestra, con un nivel de similitud del 95% que todas las accesiones son diferentes, con excepción de Lorena y Trapica, lo cual indica la presencia de variabilidad genética con una alta similitud entre las 56 accesiones analizadas de la colección colombiana de aguacate.

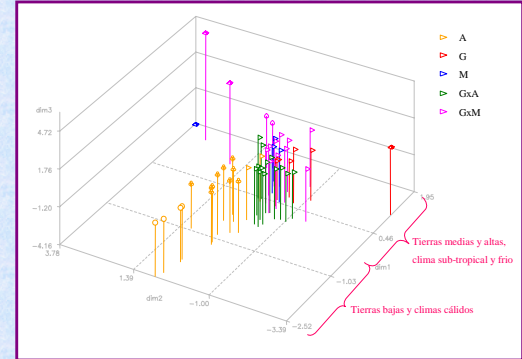


Figura 3. Agrupamiento según ACM según la raza hortícola. No incluye silvestres ni las accesiones Tumaco y Marzala (convenciones: Tabla 1).

Análisis de la diversidad genética. Relacionando la variabilidad presente en la colección, con las razas botánicas, se encuentra un patrón de distribución continuo sin una clara diferenciación entre ellas, con la presencia de los híbridos interraciales en medio. Sin embargo, tanto el dendrograma (Fig. 1) como el Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM) (Fig. 3), muestran el agrupamiento (72% de similitud) de la mayoría de los aguacates antillanos. De las 12 accesiones originarias de Colombia (Tabla 1), 10 son antillanas y de éstas, 8 forman el grupo compacto de las antillanas. En las accesiones antillanas colombianas, sobresale Tumaco, ya que tanto molecularmente (Fig. 1) como por su morfotipo único de planta (Rios-Castaño y col, 2005) es el genotipo más polimórfico de la colección (junto con Marzala antillano panameño).

Conclusiones

El nivel de redundancia genética es mínimo en la colección colombiana de aguacate (una sola accesión), lo cual facilita su manejo y utilización.

El patrón de distribución continuo de la variabilidad genética de la colección colombiana de aguacate, posiblemente se deba a las actividades de mejoramiento y del manejo de las accesiones.

El patrón de distribución continuo de variabilidad observado para la mayoría de las accesiones, cuestionan su designación racial/ecológica, la cual no se podría haber confirmado apriori.

La variabilidad genética con alta similitud presente en la colección colombiana de aguacate, recomienda que su diversidad genética sea incrementada, en especial, con alelos de interés para su mejoramiento.

Referencias

Bergh, B.O., 1992. The origin, nature and genetic improvement of the avocado. Calif. Avocado Soc. Yearbook 76: 61-75.
 Bergh, B., and N. Ellstrand. 1986. Taxonomy of the avocado. Calif. Avocado Soc. Yearbook 70: 135-145.
 Bernal, J., y C. Diaz. 2005. Generalidades del cultivo. En: Tecnología para el cultivo del aguacate, Bernal, J., y Diaz, C. (Eds.). Manual Técnico 5, CORPOICA, Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Colombia. pp. 11-84.
 CORPOICA. 2004. Listado de datos del banco de aguacate existente en CORPOICA C. I. Palmira, Colombia. 2p.
 Rios-Castaño, D., Corrales, D. M., Daza, G. J., y A. Aristizabal. 2005. Aguacate: Variedades y patrones importantes para Colombia. PROFRUTALES LTDA, Candelaria, Colombia.
 Storey, W. B.; Bergh, B., and G. A. ZENTMYER. 1986. The Origin, indigenous range and dissemination of the avocado. Calif. Avocado Soc. Yearbook Vol. 70: 127-143.
 Vos, P., Hogers, R., Bleeker, M., Reijans, M., Van de Lee, T., Hornes, A., Pot, J., Peleman, J., Kuiper, M., and M. Zabeau. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. Nucleic Acids Res. 23, 4407-4414.

Los autores agradecen al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR) por la financiación de este proyecto. A los Ing. Agr. Raúl Saavedra y Javier Orozco de CORPOICA por el suministro de las muestras de la colección colombiana de aguacate. Al Señor Antonio Hernandez (CIAT) por el apoyo en la toma de muestras y en la extracción del ADN. A los M.Sc. William Vargas y Juan Diego Palacios, del Instituto Alexander von Humboldt por el suministro de las muestras de las especies silvestres de *Persea*.
 Póster presentado en el Primer Congreso Colombiano de Horticultura, Bogotá, D.C., Colombia, 17-22 octubre 2006.