

Caracterización morfológica de accesiones silvestres de guayaba

Morphologic characterization of wild accessions of guava

Liliana Jiménez Lozano, Martha Isabel Almanza Pinzón, Jaime Eduardo Muñoz Flórez

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia -Sede Palmira. A.A. 237. Palmira, Valle del Cauca, Colombia. Autor para correspondencia: jemunozf@palmira.unal.edu.co

REC.: 12-12-08 ACEPT.: 12-03-09

RESUMEN

Se realizó la caracterización morfológica de 22 accesiones silvestres de guayaba *Psidium guajava* L. 14 colectadas en el municipio de Restrepo (Valle del Cauca), seis en Armenia (Quindío) y dos en Pereira (Risaralda). Se utilizaron 12 descriptores cuantitativos y 10 cualitativos de tallo, hojas y frutos; el análisis de agrupamiento se hizo mediante el coeficiente de Dice-Nei-Li y el promedio aritmético no ponderado (UPGMA). La mayor variabilidad se halló en los descriptores peso de la pulpa (CV = 55.92%), peso (CV = 45.23%), y acidez del fruto (CV = 44.75%). El análisis de agrupamientos con base en caracteres cuantitativos permitió establecer cuatro grupos: las accesiones del grupo A (Armenia), presentaron valores promedio de los descriptores de la calidad del fruto (grados Brix, acidez del fruto y relación grados Brix/acidez) y valores altos de contenido de pulpa. La mayoría de accesiones del grupo C (Restrepo) tuvieron altos valores de calidad del fruto y bajo contenido de pulpa. El grupo B, constituido por accesiones de Armenia y Pereira, se diferenció por valores bajos en los descriptores de rendimiento del fruto (peso del fruto, de la pulpa y diámetro de la cavidad seminal). Las accesiones del grupo D (Restrepo) mostraron valores promedios en calidad y rendimiento del fruto. Los descriptores cuantitativos se reunieron en tres variables sintéticas para rendimiento y calidad del fruto que representaron 76.86% de la variabilidad total.

Palabras clave: *Psidium guajava* L.; diversidad genética; características cualitativas; características cuantitativas.

ABSTRACT

Quantitative and qualitative morphologic characterization of 22 wild accessions of guava *Psidium guajava* L. collected in Restrepo (Valle del Cauca), Armenia (Quindío) and Pereira (Risaralda) was done. Twelve (12) quantitative and ten (10) qualitative descriptors of stem, leaves and fruits were used. The Dice- Nei Li coefficient and the UPGMA was used for the cluster analysis. Dendrograms and principal components analysis were used. The highest variability was associated with fruit descriptors, pulp weight (CV = 55.92 %), fruit weight (CV = 45.23 %) and acidity (CV = 44.75 %). The joining analysis using quantitative characters allowed forming four groups: accessions from group A (Armenia) showed mean values of fruit quality descriptors (Brix grades, fruit sourness and relation between Brix grades/sourness) and high pulp content. The majority accessions of group C (Restrepo) had high quality fruit values, and low pulp content. Group B, formed by accessions from Armenia and Pereira, was differentiated by low yield descriptors values (weight fruit, pulp and seminal cavity diameter). Accessions from group D (Restrepo) showed mean values in quality and fruit yield. Quantitative descriptors were joined in three synthetic variables for yield and quality fruit that represented 76.86% of the total variation.

Key words: *Psidium guajava* L.; genetic diversity; qualitative characters; quantitative characters.

INTRODUCCIÓN

La guayaba *Psidium guajava* L. es un frutal fundamental en la economía campesina colombiana e insumo industrial en la producción de alimentos, bebidas y productos farmacéuticos. El aroma es termoestable y sus propiedades nutricionales no tienen paralelo con las de otros cultivos: el contenido de vitamina C es cinco

veces superior al de los cítricos, se han registrado 16 vitaminas, presenta los aminoácidos esenciales: triptófano, lisina y metionina, aunque falta por determinar cerca de 60% de contenido vitamínico (Lozano *et al.*, 2002).

Los árboles hacen parte del huerto habitacional o se encuentran esparcidos en potreros, cercas vivas

hasta altitudes de 1800 m; las semillas las diseminan aves, bovinos y el hombre (Escobar, 2005). Los pocos cultivos comerciales se han desarrollado a partir de dos variedades entregadas por el ICA, con las cuales se han logrado producciones de hasta 40 t ha⁻¹. No existe investigación científica ni oferta tecnológica de variedades para suplir las necesidades y expectativas de agricultores e industriales, a pesar de las promisorias perspectivas comerciales y de la expansión de la superficie cultivada (Pronatta, 2001).

Caracterizar una especie es estimar la variabilidad existente en la población de individuos que la conforman (Franco e Hidalgo, 2003). En guayaba es posible encontrar genotipos diferentes en producción y calidad superiores, gracias a la condición de especie alógama que se cruza naturalmente (Lozano *et al.*, 2002). En la Colección Colombiana de Guayaba ICA-Corpoica-Palmira, Escobar (2005), con base en caracteres morfológicos, identificó accesiones con potencial agronómico (productividad, tamaño y color del fruto, grados brix) y consideró que las accesiones con mayor potencial fueron 1838, 1459-8, 477, 988-4, 440-A, 328 y 235. Rueda *et al.* (2006) con marcadores moleculares RAPDs (Random Amplified Polymorphic DNA) no encontraron relación entre origen geográfico y grupo genético.

Sanabria *et al.* (2005) al caracterizar morfológicamente árboles nativos de guayaba del Valle del Cauca, concluyeron que la alta diversidad genética del departamento no estaba suficientemente representada en la Colección Colombiana de Guayaba. Las accesiones CA1 y CA6 presentan tamaños y rendimientos de pulpa con potencialidades para comercialización. Por tal razón, la investigación se propuso como objetivo continuar la caracterización morfológica de árboles silvestres representativos de los departamentos del Valle de Cauca, Quindío y Risaralda.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira se evaluaron *in situ* árboles adultos de 22 accesiones silvestres de diferentes edades de *P. guajava*, recolectadas en los departamentos del Quindío (6 accesiones), Risaralda (2 accesiones) y Valle del Cauca (14 accesiones) en alturas comprendidas entre 1070 y 1500 msnm.

La caracterización morfológica se hizo con 22 descriptores (12 cuantitativos y 10 cualitativos) de tallo, hojas y fruto. Los descriptores cuantitativos asociados con fruto fueron: longitud, diámetro, peso y peso de la pulpa, diámetro y peso de la cavidad seminal, grosor del mesocarpio, grados brix, acidez y relación grados

brix/acidez y asociados al tamaño del árbol: altura y perímetro del tallo. Los descriptores cualitativos asociados con los frutos fueron: forma y ramificación del árbol, pigmentación del tallo, color interno y externo, textura y olor, forma e intensidad del color de la hoja. Se utilizaron entre 10 y 20 frutos por árbol. La selección de los descriptores se hizo con base en las pautas seguidas para el mantenimiento de la Colección Colombiana de Guayaba ICA-Corpoica, y los descriptores estudiados por Sanabria *et al.* (2005) en árboles en producción.

La altura del árbol, perímetro del tallo, ramificación del árbol, pigmentación del tallo y forma del árbol se registraron al momento de la colecta. Los descriptores cualitativos relacionados con el color se determinaron mediante la tabla Mullsen. Los sólidos solubles o grados brix (PGB) se midieron con un refractómetro. El porcentaje de acidez (PA) se obtuvo a partir de un (1) ml de pulpa de fruta disuelta en 10 ml de agua destilada, titulada con NaOH al 0.5 N y se utilizó fenolftaleína como indicador. El porcentaje de acidez se calculó así: $(V \cdot N \cdot P_e / VM) \cdot 100 = \%$, en donde V: Volumen en ml de NaOH consumido; N: normalidad del NaOH; P_e: 0.64gmeq⁻¹; VM: volumen de la muestra. La relación grados brix/acidez es el cociente de grados brix (PGB) y porcentaje de acidez (PA) = PGB/PA

Se realizó análisis descriptivo básico (rango, media, desviación estándar y coeficiente de variación) para estimar el comportamiento de las accesiones en cada descriptor cuantitativo. Se hizo análisis de frecuencias para los descriptores morfológicos cualitativos. Los descriptores cuantitativos se analizaron con las técnicas de análisis multivariado: Análisis de Agrupamientos y el Análisis de Componentes Principales. El procesamiento de la información se realizó con el paquete estadístico NTSYS versión 2.02 (Rohlf, 1997).

Para el análisis de agrupamientos la matriz básica de datos se transformó en matriz de distancias al aplicar el coeficiente de distancia de Dice (Nei, 1972). Se escogió el método de ligamiento promedio matemático o UPGMA (Unweighted pair-group average) para obtener patrones de relaciones entre las accesiones del estudio. Se utilizó la técnica de Consenso con base en el método Strict para comparar entre matrices los agrupamientos producidos por los dendogramas. Se calculó la matriz cofenética del dendograma para evaluar la bondad de ajuste del análisis cluster y obtener un índice del grado de distorsión del dendograma. El análisis de Componentes Principales se realizó a partir de la matriz de correlaciones obtenida de los descriptores morfológicos cuantitativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características cuantitativas

La desviación estándar y el coeficiente de variación (CV) indicaron alta variabilidad entre el grupo de accesiones de estudio, mayor del 20% en el 83% de los descriptores cuantitativos evaluados (Tabla 1). Los mayores CV oscilaron entre 43-56% para peso de pulpa (55.92%), acidez del fruto (46.75%), peso del fruto (45.23%) y relación grados brix/acidez (42.53%). Los descriptores asociados al tamaño del árbol presentaron CV alto para perímetro 38.39% e intermedio para altura 27.86%. Los datos corroboraron los resultados obtenidos por Sanabria *et al.* (2005) en relación con la alta diversidad genética de la especie en el Valle del Cauca y confirman la importancia de estos descriptores para estudios de caracterización morfológica, agronómica y de calidad del fruto.

El peso de la pulpa tuvo correlación estadísticamente significativa ($p < 0.05$) con el peso, longitud y diámetro del fruto y el grosor del mesocarpio, lo que indica que las accesiones estudiadas presentan características sobresalientes para fines tanto comerciales como de mejoramiento.

El análisis de agrupamientos con base en los descriptores morfológicos cuantitativos determinó cuatro grandes grupos (Figura 1). Las accesiones del grupo A colectadas en Armenia (13A, 14A, 17A y 18A) presentaron relaciones óptimas entre los descriptores de calidad del fruto (grados brix, acidez del fruto y relación grados brix/acidez) y alto contenido de pulpa de

Tabla 1. Estimadores básicos de los descriptores morfológicos cuantitativos evaluados en 22 accesiones colectadas de guayaba *Psidium guajava* en el Valle del Cauca, Quindío y Risaralda.

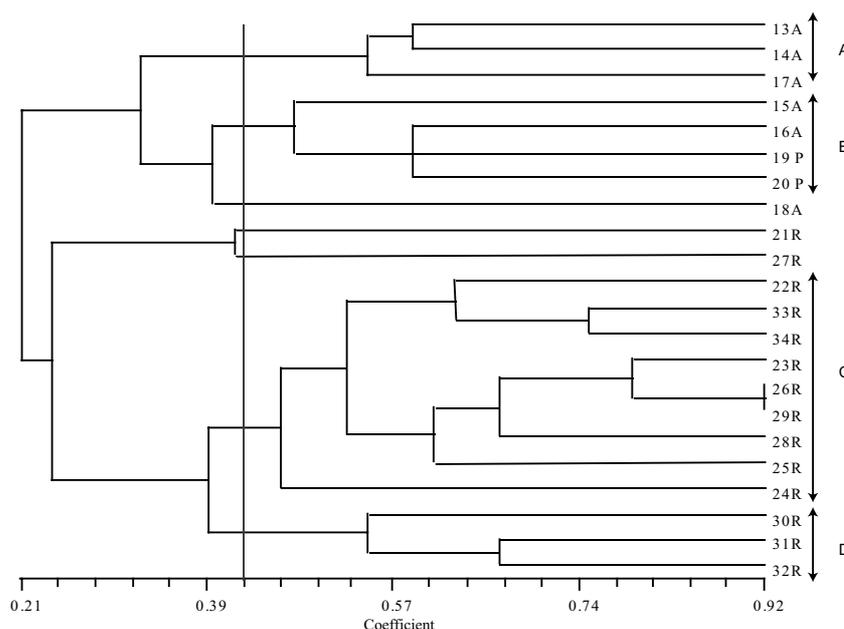
Descriptor	Rango	Media	C.V%
Longitud del fruto (cm)	2.5-9.2	5.68	23.41
Diámetro fruto (cm)	25.8-63.8	50.45	17.84
Peso del fruto (g)	10-153.5	75.96	45.23
Peso de la pulpa (g)	4.4-128.2	50.84	55.92
Diámetro cavidad seminal (cm)	2.3-4.9	3.44	19.48
Peso cavidad seminal del fruto (g)	5.6-45.8	25.14	35.36
Grosor del mesocarpio del fruto (cm)	0.40-1.40	0.79	37.97
Grados brix del fruto (%)	2.4-12.3	8.08	23.39
Acidez del fruto (%)	0.28-1.01	0.77	46.75
Relación grados brix/acidez (%)	4.1-27.1	11.24	42.53
Perímetro del tallo del árbol (cm)	9-78	42.95	38.39
Altura del árbol (m)	3-9	5.85	27.86

fruta. La relación balanceada de los tres descriptores de calidad del fruto proporciona las buenas características organolépticas de la guayaba (Corpoica, 2004).

El grupo B, conformado por dos accesiones de Armenia (15A y 16A) y dos de Pereira (19P y 20P), registró valores bajos en peso del fruto, peso de la pulpa y diámetro de la cavidad seminal, características importantes en la fabricación de cascos de guayaba en almíbar.

La mayoría de las accesiones del grupo C (Restrepo) se destacaron por valores altos en descriptores de calidad del fruto (grados brix y acidez del fruto y la relación grados brix/acidez) y bajo contenido de pulpa de fruta. Este tipo de materiales tiene potencial para la

Figura 1. Dendrograma de las características morfológicas cuantitativas de 22 accesiones colectadas de *Psidium guajava* en el Valle del Cauca, Quindío y Risaralda. Coeficiente de distancia de Dice: 0.426. Coeficiente de correlación cofenética: $r = 0.78$, $p < 0.002$. A: Armenia (Quindío), P: Pereira (Risaralda), R: Restrepo (Valle del Cauca).



producción de mermeladas y postres, uso que puede darse a las frutas ácidas (Proexant, 2004).

El grupo D lo conformaron tres accesiones de Restrepo (30R, 31R, 32R) y se diferenció por promedios en grados brix y acidez del fruto y peso, diámetro y longitud del fruto, descriptores importantes para el comercio en fresco del producto (Escobar, 2005).

Los frutos de las accesiones 21R, 27R fueron pequeños y con valores contrastantes de grados brix y acidez, altos para la accesión 21 y bajos para la 27.

Los primeros tres componentes explicaron la variación acumulada de 76.86% de la variabilidad total de los descriptores cuantitativos (Tabla 2). El CP1 se relacionó con peso, diámetro y longitud del fruto y peso de la pulpa; mientras que los CP2 y CP3 se relacionaron con descriptores de la calidad del fruto (grados brix y acidez y relación grados brix/acidez).

Tabla 2. Análisis de componentes principales con descriptores morfológicos cuantitativos de 22 accesiones colectadas de *Psidium guajava* en el Valle del Cauca, Quindío y Risaralda.

Componentes principales (CP)	Valor propio	Variación absoluta	Variación acumulada (%)
1	5.816	48.47	48.47
2	2.137	17.82	66.29
3	1.264	10.54	76.86

Características cualitativas

Las accesiones se diferenciaron cualitativamente con los descriptores: forma redonda del fruto, color amarillo externo, color rosado interno, textura lisa, olor medio - fuerte. La forma redonda predominó en los tres sitios de colecta, seguida en importancia por la aperada. Bacarin *et al.* (1994) y Escobar (2005) indican que estos dos tipos de forma de fruto son usuales en los árboles de guayaba en Colombia.

Las accesiones presentaron con frecuencia tonalidades amarillas en el exterior o corteza del fruto y tonalidades rosadas en el interior. Según Araujo *et al.* (1999) el color del fruto varía desde el blanco al rojo pasando por el amarillo, la carencia del pigmento es recesiva, y está ligada a otras características lo cual facilita el trabajo de selección. Según Díaz (1991) el productor o campesino y comprador y/o consumidor colombiano presentan marcadas preferencias por los frutos con fuertes tonalidades que varían del rosado a un rojo intenso.

Se observaron dos tipos de textura del fruto: lisa y rugosa, la segunda predominó en los materiales de Armenia y Pereira; la textura lisa fue sobresaliente en los materiales de Restrepo (64.29%).

El aroma o el olor del fruto predominante en las 22 accesiones fue el medio fuerte (66.67%) para Armenia en las dos accesiones para Pereira y 71.43% para las accesiones colectadas en Restrepo. Díaz (1991) menciona que el olor característico del fruto de la guayaba es muy variado y va desde muy penetrante hasta uno suave y agradable.

La forma del árbol que predominó fue la obloide (66.64% en Armenia, una accesión en Pereira y 71.43% en Restrepo). La ramificación más frecuente en Armenia y Restrepo fue la media con 66.67% y 64.29% correspondientemente. En los materiales de Pereira la ramificación escasa fue la más frecuente. Sin embargo estos descriptores pueden diferir mucho, debido a la edad o podas de los árboles en algunos lugares de colecta.

En la pigmentación del tallo, el color más frecuente fue el café para todas las zonas evaluadas, y café verdoso en 21.43% para las accesiones de Restrepo, la pigmentación café - claro y café - rojizo claro obtuvieron un porcentaje igual en las accesiones de Restrepo. Según Corpoica (1999) la coloración del tallo de los árboles de guayaba por lo general es café claro. Para Mata y Rodríguez (1990) el castaño rosado es el predominante, pero no existen investigaciones con respecto a la pigmentación.

El color de la hoja verde - medio fue el más constante en todas las accesiones y la forma lanceolada predominó en Pereira y Restrepo con una frecuencia del 50% y 78.57% para cada una de estas zonas. En Armenia la forma de la hoja que más se pudo apreciar fue la elíptica en un 50% de los materiales. Escobar (2005) reporta que la forma de la hoja, predominante en las accesiones de Colombia que se encuentran en el banco de germoplasma de Corpoica, es la elíptica oblonda y elíptica lanceolada y color verde oscura.

CONCLUSIONES

- Hay alta variabilidad en variables cualitativas de descriptores del fruto, y se forman grupos de acuerdo con el origen geográfico.
- El componente que más explica la variación está relacionado con peso y dimensión del fruto.
- El color más frecuente del fruto en el exterior fue amarillo y el color de pulpa rosado.

AGRADECIMIENTOS

A Mario García, William Escobar, Reinel García Palomino, Andrés Mauricio Posso, Diego Marmolejo, integrantes del Laboratorio de Biología Molecular Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

BIBLIOGRAFÍA

1. Araujo, A; Urdaneta, T; Salazar, N., Simancas, R. 1999. Effect of plant density on the guava (*Psidium guajava* L.) yield in the Maracaibo. *Plant Rev Fac Agron (LUZ)* Supl 1: 13-16
2. Bacarin, M; Benicasa, M.; Pereira, F. 1994. *Psidium guajava* L. *Species Plantarum* 1: 470. 1753.
3. Corpoica. 1999. Evaluación de tres sistemas silvopastoriles de caña fístola (*Cassia grandis*), Guayaba (*Psidium guajava* L.) y Guayaba-caña fístola con *Brachiaria humidicola* en el Bajo Cauca. Medellín, Colombia: Editorial Piloto. 79 p.
4. Corpoica. 2004. Proyecto guayaba. Medellín, Colombia, <http://www.fondohortifruticola.com.co/fichas/tr186.htm> . Acceso: 07-28-2008
5. Díaz, A. 1991. Colonización de la mosca de la fruta y fenología del fruto de la guayaba (*Psidium guajava* L.) en Villavicencio, Meta. Trabajo de grado (Ing. Agr.). Villavicencio: Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales. 93 p.
6. Escobar, W. 2005. Evaluación de la colección de trabajo de guayaba *Psidium guajava* L. del ICA-CORPOICA en Palmira. Tesis de maestría. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 247p.
7. Franco, T.; Hidalgo, R. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). 89 p. (Boletín técnico No. 8).
8. Lozano, J, C; Toro, C; García, R; Tafur, R. 2002. Fruticultura Colombiana. Manual sobre el cultivo del guayabo en Colombia. Cali: Autónoma del Valle. 278 p
9. Mata, B.; Rodríguez, A. 1990. Cultivo y producción del guayabo. 2 ed. México: Editorial Trillas, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 250 p.
10. Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. *Am Nat* 106: 283-292
11. PROEXANT. 2004. Producción agrícola de cultivos no tradicionales, Guayaba perfil técnico. <http://www.proexant.org.ec/Manual%20de%20Guayaba.html> Acceso: 06-15-2008
12. PRONATTA. Red Nacional Temática de Guayaba, 2001. Diagnóstico y necesidades de la guayaba en el Valle del Cauca. Sur occidente. 4 p.
13. Rohlf, F.J. 1997. NTSYSpc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, version 2.02. New York: State University of New York. 31 p.
14. Rueda, A; Palacio, J, D; Muñoz, J, E; Saavedra, R; Bravo, E. 2006. Caracterización molecular del banco de genes de germoplasma de Guayaba, *Psidium spp.* del centro de investigación CORPOICA-Palmira. *Fitot Colomb* 6: 26-32.
15. Sanabria, O., H. L.; García, M. A.; Díaz, H. A.; Muñoz, J. E. 2005. Caracterización morfológica en árboles nativos de guayaba en el Valle del Cauca. *Acta Agron* 54 (4): 1-6.